



③ BUNDESREPUBLIK ② Off nlegungsschrift

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

⑤ Int. Cl.:

G 05 B 19/418

G 05 B 15/02

G 06 F 13/12

④ DE 196 21 384 A 1

① Aktenzeichen: 188 21 384.3

② Anmeldetag: 28. 5. 86

③ Offenlegungstag: 28. 11. 86

⑥ Unionspriorität: ⑤ ⑤ ⑤

28.05.85 JP 7-12804

⑦ Anmelder:

Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP

⑧ Vertreter:

Melssner, Botte & Partner, 80538 München

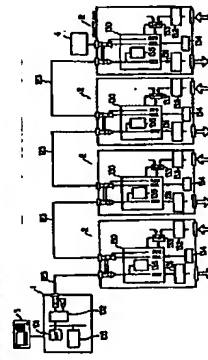
⑨ Erfinder:

Yamashita, Akihiro, Tokio/Tokyo, JP; Mito, Junichi, Tokio/Tokyo, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑩ Steuerverfahren für ein Steuersystem mit verteilter Fern-Eingabe/Ausgabe

Ein Grundsystem einer NC-Einheit und eine verteilte Fern-E/A-Einheit führen Multiplex-Signalsendungen auf einer seriellen Halbduplex-Kommunikationsleitung aus, und wenn die verteilte Fern-E/A-Einheit einen Empfangsbeginnzustand eines Übertragungsrahmens von dem Grundsystem der NC-Einheit innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums nicht detektieren kann, wird der Ausgang rückgesetzt, und das Grundsystem der NC-Einheit überprüft den Typ und die Datenvorgabe in der verteilten Fern-E/A-Einheit und überprüft außerdem das Ergebnis eines Eingabe/Ausgabe-Tests sowie die aktuelle Situation in Abhängigkeit von einem Headermuster eines Übertragungsrahmens.



DE 196 21 384 A 1

DE 196 21 384 A 1

1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Steuerungsverfahren für ein Steuersystem einer Fern-Eingabe/Ausgabe-Einheit vom verteilten Typ sowie ein Datenübertragungsverfahren und betrifft speziell ein Steuerungsverfahren für ein Steuersystem mit verteilter Fern-Eingabe/Ausgabe mit einer numerischen Steuereinheit, einer programmierbaren Controllereinheit und weiteren verschiedenen Arten von Steuereinheiten, wobei ein Grundsystem einer Steuereinheit mit einer Vielzahl von verteilten Fern-Ein/Ausgabe-Einheiten über ein serielles Kommunikationssystem verbunden ist und zwischen dem Grundsystem der Steuereinheit und jeder verteilten Fern-Ein/Ausgabe-Einheit eine 1/N-Kommunikation ausgeführt wird.

Auf dem Gebiet von Steuersystemen mit einer numerischen bzw. NC-Einheit sind ein programmierbarer Controller bzw. PC oder eine andere Steuereinheit von verschiedenen möglichen Steuereinheiten, ein verteiltes Fern-Ein/Ausgabe-Einheit-Steuersystem, bei dem eine Vielzahl von verteilten Fern-Ein/Ausgabe- bzw. -E/A-Einheiten jeweils zum Senden und Empfangen von Daten zu und von einem Grundsystem der Steuereinheit separat vorgesehen ist und eine Datenübertragung in zwei Richtungen zwischen dem Grundsystem und den verteilten Fern-E/A-Einheiten über ein serielles Kommunikationssystem ausgeführt wird, wohlbekannt.

Fig. 31 zeigt einen Fall, bei dem das herkömmliche Steuersystem für verteilte Fern-E/A-Einheiten bei einer NC-Einheit angewandt wird. Dabei hat das numerische Steuersystem mit verteilter Fern-Ein/Ausgabe ein Grundsystem der NC-Einheit 1 und eine Vielzahl von verteilten Fern-E/A-Einheiten 2 ist jeweils separat von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 vorgesehen, und das Grundsystem der NC-Einheit 1 und jede der verteilten Fern-E/A-Einheiten 2 sind miteinander über zwei Übertragungsleitungen 121, 122 in Form eines seriellen Kommunikationssystems verbunden, und eine Datenübertragung in zwei Richtungen wird zwischen dem Grundsystem der NC-Einheit 1 und jeder verteilten Fern-E/A-Einheit 2 ausgeführt.

Von den Übertragungsleitungen 121 und 122, die zueinander parallel sind, dient die Übertragungsleitung 121 zur Datenübertragung von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 zu der verteilten Fern-E/A-Einheit 2, während die andere Übertragungsleitung 122 zur Datenübertragung von der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 zu dem Grundsystem der NC-Einheit 1 dient. Es ist zu beachten, daß ein Terminalmodul 4 mit der letzten verteilten Fern-E/A-Einheit 2 verbunden ist. Das Grundsystem der NC-Einheit 1 umfaßt eine Mikroprozessoreinheit bzw. MPU 101, eine Kommunikationsteuereinrichtung 102 mit einer Übertragungssteuer-IC und einer Empfänger-IC sowie einen Speicher 103, um darin ein Steuerprogramm, Daten und dergleichen zu speichern, und damit in eine Displayeinheit 3 wie etwa eine Kathodenstrahlröhre bzw. CRT verbunden.

Jede der verteilten Fern-E/A-Einheiten 2 umfaßt eine MPU 111, eine Kommunikationsteuereinrichtung 112 mit einer Übertragungssteuer-IC und einer Empfänger-IC, einen Speicher 113, in dem ein Steuerprogramm oder dergleichen gespeichert ist, einen Schalter 114 zum gesonderten Bestimmen eines Betriebszustands zu den verteilten Fern-E/A-Einheiten 2, eine Ausgangsschnittstelle bzw. Ausgangs-IF 115 für eine mechanische Einrichtung (ein zu steuerndes Gerät) (über

nicht gezeigt) und eine Eingangsschnittstelle bzw. Eingangs-IF 116.

Bei dem oben beschriebenen herkömmlichen Typ des numerischen Steuersystems mit verteilter Fern-Ein/Ausgabe sind das Grundsystem der NC-Einheit 1 und die verteilten Fern-E/A-Einheiten 2 miteinander in Form eines seriellen Kommunikationssystems verbunden, und die verteilte Fern-E/A-Einheit 2 wird von der MPU 111 ebenso wie das Grundsystem der NC-Einheit 1 softwaregesteuert, und verschiedene Kommunikationsteilungen sind zum Übertragen und Empfangen für das Grundsystem der NC-Einheit 1 bzw. die verteilte Fern-E/A-Einheit 2 vorgesehen.

Fig. 32 zeigt ein anderes Beispiel der herkömmlichen Technologie, wobei das verteilte Fern-E/A-Steuersystem bei einer NC-Einheit angewandt wird. Bei diesem verteilten numerischen Fern-E/A-Steuersystem sind das Grundsystem der NC-Einheit 1 und die verteilte Fern-E/A-Einheit 2 mit einer Signalleitung 123 in Form eines seriellen Kommunikationssystems verbunden, und die Datenübertragung in zwei Richtungen zwischen dem Grundsystem der NC-Einheit 1 und jeder verteilten Fern-E/A-Einheit 2 erfolgt über die eine Signalleitung 123.

Dieses verteilte numerische Fern-E/A-Steuersystem hat im wesentlichen die gleiche Konfiguration wie das in Fig. 31 gezeigte mit der Ausnahme, daß die Signalleitung 123 sowohl für die Datenübertragung von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 zu der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 als auch von dieser zu dem Grundsystem der NC-Einheit 1 verwendet wird.

Es folgt nun die Beschreibung eines Software-Verfahrens zur Steuerung eines Steuersystems unter Bezugnahme auf Fig. 33. Da beim Anfahren des Betriebs des Systems die MPU 101 in dem Grundsystem der NC-Einheit 1 noch nicht geprüft hat, welche Art von verteilter Fern-E/A-Einheit 2 mit dem Grundsystem der NC-Einheit 1 verbunden ist, erzeugt die MPU 101 zuerst einen Übertragungsrahmen für die Statusabfrage zu jeder verteilten Fern-E/A-Einheit 2 (Schritt S1) und sendet den Statusabfragerahmen an jede verteilte Fern-E/A-Einheit 2 (Schritt S2).

Als Antwort, die den Empfang eines Statusabfrage Rahmens von jeder verteilten Fern-E/A-Einheit 2 bezeichnet, sendet die verteilte Fern-E/A-Einheit 2 einen Statusdaten enthaltenden Rahmen (Statusdatenrahmen) (Schritt S3) und das Grundsystem der NC-Einheit 1 das Rahmen empfängt, speichert die empfangenen Statusdaten. Dann wird eine Statusabfrage aufeinanderfolgend für andere verteilte Fern-E/A-Einheiten 2 wiederholt, und wenn die Statusdatenrahmen von sämtlichen verteilten Fern-E/A-Einheiten empfangen worden sind (JA in Schritt S4), wird der Verbindungszustand jeder verteilten Fern-E/A-Einheit 2 aus den Statusdaten analysiert, und das Analyseergebnis wird auf der Displayeinheit 3 in dem Grundsystem der NC-Einheit 1 angezeigt (Schritt S5).

Dann schaltet die MPU 101 in dem Grundsystem der NC-Einheit 1 die Betriebsart in den On-line-Kommunikationsmodus, erzeugt On-line-Übertragungsrahmen, die jeweils Daten enthalten, die von der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 abgelesen wurden (Schritt S6), überträgt den On-line-Übertragungsrahmen aufeinanderfolgend zu den verteilten Fern-E/A-Einheiten 2 (Schritt S7), empfängt Rahmen, die jeweils gewöhnliche Eingabedaten enthalten (on-line-Empfangsrahmen), von den ver-

teilen Fern-E/A-Einheiten 2 (Schritt S9) und führt jede Analyse des Empfangszustands (ob der Empfang vollständig ist und ob in den Empfangskanälen ein Fehler enthalten ist) sowie der empfangenen Daten aus Schritt S9). Dann wird die Operationsfolge von Schritt S6 bis Schritt S9 wiederholt.

Als nächstes folgt die Beschreibung eines Software-Verarbeitungsablaufs durch die MPU 111 in der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 des oben beschriebenen verteilten numerischen Fern-E/A-Steuersystems.

Beim Einschalten führt die MPU 111 in der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 ein Steuerprogramm aus, das in dem Speicher 113 gespeichert ist, um den Betrieb der Kommunikationsteuereinrichtung 112 zu initialisieren, und liest Schaltzustandsdaten aus, erkennt, wie die Einheit 2 selbst in einer Gruppe der verteilten Fern-E/A-Einheiten 2 steht, die in dem Steuersystem installiert sind (Schritt S21), und tritt dann in den Wartezustand ein, um einen Übertragungsrahmen zu empfangen, der von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 zu der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 übertragen wird (Schritt S22). Wenn die verteilte Fern-E/A-Einheit 2 einen Übertragungsrahmen von dem Grundsystem der NC-Einheit empfängt (JA in Schritt S22), bestimmt die MPU 111 aus dem Kopf- bzw. Headermuster, ob der Rahmen in dem Off-line-Kommunikationsmodus oder dem On-line-Kommunikationsmodus ist (Schritt S23).

In dem Off-line-Kommunikationsmodus, wenn also ein Statusübertragungsrahmen empfangen worden ist, werden die Statusdaten für die verteilte Fern-E/A-Einheit aus dem Kopf- bzw. Headermuster gelesen, um einen Übertragungsrahmen zu erzeugen, der Statusdaten für die Einheit aufweist, also einen Off-line-Übertragungsrahmen (Statusdatenrahmen) (Schritt S24), und die Übertragungsreiber-IC der Kommunikationsteuereinrichtung 112 wird nach Maßgabe einer Anweisung von der MPU 111 aktiviert (Schritt S25), ein Off-line-Übertragungsrahmen wird zu dem Grundsystem der NC-Einheit 1 übertragen (Schritt S26), und nach der Übertragung wird die Übertragungsreiber-IC in der Kommunikationsteuereinrichtung 112 deaktiviert (Schritt S27). Dann springt der Betriebszustand der Einheit erneut in den Empfangwartezustand (Schritt S22).

Im On-line-Kommunikationsmodus dagegen wird ein On-line-Übertragungsrahmen erzeugt, in dem Eingabedaten enthalten sind, die von der Eingabe-Schnittstelle bzw. Eingabe-/F 116 abgerufen werden (Schritt S28), die Übertragungsreiber-IC in der Kommunikationsteuereinrichtung 112 wird nach Maßgabe einer Anweisung von der MPU 111 aktiviert (Schritt S29), ein Off-line-Übertragungsrahmen wird zu dem Grundsystem der NC-Einheit 1 übertragen (Schritt S30), und nach Übertragung wird die Übertragungsreiber-IC in der Kommunikationsteuereinrichtung 112 deaktiviert (Schritt S31).

Außerdem wird abgefragt, ob der On-line-Übertragungsrahmen von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 einen CRC-Fehler enthält (Schritt S32), und wenn kein CRC-Fehler vorhanden ist, wird ein Ausgangssignal gesetzt, um die in dem On-line-Übertragungsrahmen enthaltenen Daten an die Ausgabe-/F-Einrichtung 115 abzugeben (Schritt S33). Wenn die Übertragung vollständig ist, springt der Betriebszustand erneut in den Empfangwartezustand zurück (Schritt S22), und wenn dem Rahmen der Einheit von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 empfangen wird, wird der oben beschriebene Operationsablauf wiederholt.

Bei dem in Fig. 31 gezeigten herkömmlichen numeri-

sehen Steuersystem wird ungeachtet der Tatsache, daß das Kommunikationssystem vom Halbduplextyp ist, eine Kommunikation in zwei Richtungen zwischen dem Grundsystem der NC-Einheit 1 und der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 auf zwei zueinander parallelen Signalleitungen ausgeführt, und zwar der ÜbertragungsSignalleitung 121, die der Übertragung von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 zu der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 dient, und der ÜbertragungsSignalleitung 122, die der Übertragung von der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 zum Grundsystem der NC-Einheit 1 dient; aus diesem Grund gibt es viele Signalleitungen in dem System, es wird sehr viel Notageraum für Verbinden zum Verbinden der Signalleitungen in dem Grundsystem der NC-Einheit 1 sowie in der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 benötigt, und die Zuverlässigkeit gegenüber Störungen, wie z. B. einem Drahtbruch oder einem Lockern von Verbindern, vermindert sich auf nachteilige Weise.

Bei dem in Fig. 32 gezeigten herkömmlichen numerischen Steuersystem dagegen erfolgt die Datenübertragung in zwei Richtungen auf einer Signalleitung 123 zwischen dem Grundsystem der NC-Einheit 1 und der verteilten Fern-E/A-Einheit 2, so daß die Zahl der Signalleitungen verringert ist und die Zuverlässigkeit im Vergleich mit Fig. 31 höher ist; aber bei beiden numerischen Steuersystemen auf der Basis der herkömmlichen Technologie ist die Zeit, die für die Analyse von Empfangsdaten in einem Empfangsrahmen und für die Erzeugung oder Übertragung eines Übertragungsrahmens erforderlich ist, von Fall zu Fall in der MPU 101 des Grundsystems der NC-Einheit 1 verschieden, wenn eine andere Aufgabe als die Datenkommunikation mit der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 ausgeführt wird; sobald jedoch ein Übertragungsrahmen erzeugt wird, wird die Übertragung des Übertragungsrahmens zwischen dem Grundsystem der NC-Einheit 1 und den verteilten Fern-E/A-Einheiten 2 gestartet, so daß die Zykluszeit für die Übertragung und den Empfang zu und von jeder der verteilten Fern-E/A-Einheiten 2 sowie die Zykluszeit für die Übertragung und den Empfang von Übertragungsrahmen für sämtliche verteilten Fern-E/A-Einheiten unterschiedlich sein kann, was es unmöglich macht, zyklische Übertragungen innerhalb eines vorbestimmten Zeitraums auszuführen.

Auch wird bei den herkömmlichen Steuersystemen in der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 eine Systemfunktion zur zyklischen Ausführung einer Datenrausaktion mit dem Grundsystem der NC-Einheit 1 unter Softwaresteuerung von der MPU 111 durch Ausführung eines Steuerprogramms durchgeführt, so daß die Hardwarekosten hoch werden und auch die Entwicklung von Software zur Steuerung der MPU 111 notwendig ist, was wiederum Kosten für die Softwareentwicklung erfordert. Daher wird die verteilte Fern-E/A-Einheit 2

teuer.  
Die Systemfunktion der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 wird auch unter Softwaresteuerung durch die MPU 111 durchgeführt, somit wird das Kommunikationsdatenformat kompliziert, und wenn eine Vielzahl von Geräten mit jeweils verschiedenen Funktionen über eine Signalleitung (Kommunikationsleitung) mit der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 verbunden wird, muß in der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 auch die MPU 111 für Einrichtungen vorgesehen sein, die nur eine geringe Datenmenge behandeln, was aus Kostengründen nicht möglich ist. Wenn außerdem in einem System, das Datenrausaktionen zwischen dem Grundsystem der NC-Einheit 1 und der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 zyklisch ausführt,

große Datenmengen übertragen werden, so daß die Übertragungsdauer in mehrere Periodeneinheiten aufgeteilt wird, kann dann, wenn versucht wird, empfangene Daten zu einem Zeitpunkt zu lesen, der gegenüber demjenigen verzögert ist, der von dem Übertragungszyklus gefordert wird, die Datenkontinuität nicht sicherzustellen werden, was nachteilig ist.

Bei dem herkömmlichen Systemtyp wiederholt zwar die verteilte Fern-E/A-Einheit 2 die Ein/Ausgabe von Daten im Normalbetrieb, aber die MPU 111 muß eine Fehlerprüfung in jedem Übertragungsrahmen von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 ausführen, einen Betriebsbefehl an eine Ausgabesteuereinrichtung abgeben, von einer externen Einrichtung empfangene Daten empfangen und in einen Übertragungsrahmen ausfüllen, und aus diesem Grund ist die Arbeitsbelastung der MPU 111 groß, so daß die MPU 111 hochleistungsfähig sein muß und die Kosten steigen.

Wenn ferner bei dem oben beschriebenen herkömmlichen System irgendeine Störung auftritt, überträgt das Grundsystem der NC-Einheit 1 zu der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 einen Übertragungsrahmen zum Rücksetzen des Ausgangs von der verteilten Fern-E/A-Einheit 2, wenn jedoch ein ungewollter Fehler auftritt, wird die Übertragungsverzögerungsdauer, die zum Rücksetzen des Ausgangs notwendig ist, kurz, und das Rücksetzen, oder das Rücksetzen des Ausgangs kann aufgrund von Kabelstörungen, wie z. B. der Trennung von Kabelverbindern oder dem Bruch einer Signalleitung, nicht ausgeführt werden, und daher ist eine weitere Rücksetzung erforderlich.

Es ist eine Aufgabe der Erfindung, ein Steuerverfahren für ein verteiltes Fern-E/A-Steuersystem anzugeben, das eine Verkleinerung, die Verbesserung der Zuverlässigkeit, eine Kostenherabsetzung sowie eine Verbesserung der Sicherheit zuläßt.

Bei dem Steuerverfahren für ein verteiltes Fern-E/A-Einheit-Steuersystem gemäß der Erfindung wird die serielle Übertragung in zwei Richtungen zwischen dem Grundsystem der NC-Einheit 1 und der verteilten Fern-E/A-Einheiten 1 im Zeitmultiplexbetrieb ausgeführt, und das Grundsystem der NC-Einheit startet automatisch Kommunikationsmodi in einem Off-line-Statuskommunikationsmodus, der von dem normalen E/A-Modus verschieden ist, wenn der Betrieb des Systems gestartet wird, um einen Typ der verteilten Fern-E/A-Einheit und von Daten, die in der verteilten Fern-E/A-Einheit gesetzt sind, zu bestimmen. Bei dieser Konfiguration wird das System immer im Off-line-Statuskommunikationsmodus betrieben, wenn der Systembetrieb gestartet wird, so daß ein abnormaler Betrieb des Systems verhindert werden kann, und das Grundsystem der NC-Einheit kann eine Klasse jeder verteilten Fern-E/A-Einheit erkennen, wenn es anschließend in dem On-line-Kommunikationsmodus ist, und dann ist in dem Grundsystem der NC-Einheit eine E/A-Steuerung entsprechend der Klasse der verteilten Fern-E/A-Einheit möglich.

Bei einem weiteren Steuerverfahren der Erfindung für das verteilte Fern-E/A-Einheit-Steuersystem werden im Off-line-Statuskommunikationsmodus Übertragungsrahmen aufeinanderfolgend von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 zu jeder verteilten Fern-E/A-Einheit übertragen, und jede verteilte Fern-E/A-Einheit, die einen Übertragungsrahmen empfangen, überträgt einen Übertragungsrahmen, der einen Typ der Einheit

betreffende Daten aufweist, zu dem Grundsystem der NC-Einheit, so daß das Grundsystem der NC-Einheit den Typ jeder verteilten Fern-E/A-Einheit entsprechend dem in der verteilten Fern-E/A-Einheit angeordneten Schalter erkennen kann. Und in dem Off-line-Statuskommunikationsmodus wird ein Ausgangssignal von einer verteilten Fern-E/A-Einheit gegenüber demjenigen in einer vorhergehenden Operation unverändert gehalten und nicht auf Daten aktualisiert, die von dem Grundsystem der NC-Einheit neu übertragen wurden. Bei dieser Konfiguration kann ein Bediener des Grundsystems der NC-Einheit ohne weiteres den Anschlusszustand der verteilten Fern-E/A-Einheit und eines Typs einer damit verbundenen verteilten Fern-E/A-Einheit erkennen, wenn der Systembetrieb gestartet wird. Auch werden in dem Off-line-Statuskommunikationsmodus Daten, die von dem Grundsystem der NC-Einheit übertragen werden, nicht in der verteilten Fern-E/A-Einheit genutzt, und selbst wenn eine MPU internlich eine Ausgangsinformation überträgt, wenn die Kommunikation gestartet wird, wird die Ausgangsinformation von der verteilten Fern-E/A-Einheit nicht abgegeben, so daß ein System mit hoher Zuverlässigkeit gebildet werden kann.

Bei einem anderen Steuerverfahren gemäß der Erfindung für das verteilte Fern-E/A-Einheit-Steuersystem wird die Umschaltung zwischen einem On-line-Kommunikationsmodus und einem Off-line-Statuskommunikationsmodus nach Maßgabe einer Differenz eines Headernumers eines Rahmens ausgeführt, der von dem Grundsystem der NC-Einheit zu einer verteilten Fern-E/A-Einheit übertragen wird, und eine Kommunikationsteuereinrichtung in der verteilten Fern-E/A-Einheit detektiert die Differenz des Headernumers und wählt entweder gewöhnliche Eingabe im On-line-Kommunikationsmodus oder Statussignale im Off-line-Statuskommunikationsmodus nach Maßgabe eines auf der Differenz basierenden Modusumschaltungs. Bei dieser Konfiguration kann die Schaltungsanordnung sowohl des Grundsystems der NC-Einheit als auch der verteilten Fern-E/A-Einheit vereinfacht werden, und so wird die Ausgabe von der verteilten Fern-E/A-Einheit auch im Off-line-Statuskommunikationsmodus betriebsfähig, und eine Ausgabe selbst im On-line-Kommunikationsmodus ermöglicht.

--Bei einem anderen Steuerverfahren gemäß der Erfindung für das verteilte Fern-E/A-Einheit-Steuersystem wird beim Einschalten des Systems der Off-line-Statuskommunikationsmodus automatisch gewählt, und die Umschaltung zwischen dem Off-line-Statuskommunikationsmodus und dem On-line-Kommunikationsmodus wird von einer MPU des Grundsystems der NC-Einheit ausgeführt durch Setzen eines Moduswählers in der Kommunikationsteuereinrichtung. Die Modusumschaltung wird von einer Synchronisierungsschaltung ausgeführt durch Synchronisieren mit einer ersten der Vielzahl von verteilten Fern-E/A-Einheiten, und weiter wird ein Statusbit, das die Beendigung des Empfangs von Statussignalen sämtlicher verteilten Fern-E/A-Einheiten bezeichnet, nach der Modusumschaltung gesetzt, und somit erkennt die MPU des Grundsystems der NC-Einheit die Beendigung des Empfangs von Statussignalen. Bei dieser Konfiguration wird der Off-line-Statuskommunikationsmodus nach dem Einschalten des Systems automatisch gewählt, und jeweilige Übertragungsrahmen für die Statusanforderung werden aufeinanderfolgend zu den verteilten Fern-E/A-Einheiten übertragen, so daß die Softwareverarbeitung in dem



Fall ausgetauscht werden können, in dem eine Impulszahl-Schrittweite direkt mit dem Datenbus in der MPU verbunden ist, ohne daß der Betrieb zum Dateneingang über eine serielle Kommunikation interpretiert werden muß.

Bei einem anderen Steuerungsverfahren nach der Erfindung für das verteilte Fern-E/A-Einheit-Steuersystem werden Übertragungsdaten, die einen Befehlsteil mit einem Headermuster sowie einen sich zyklisch ändernden Sequenznummerteil und einen Parameteranteil aufweisen, von dem Grundsystem der Steuereinheit zu der verteilten Fern-E/A-Einheit mit einer MPU übertragen.

Die verteilte Fern-E/A-Einheit interpretiert einen Befehlsteil von empfangenen Daten und ordnet Daten in dem Parameteranteil entsprechend einer Sequenznummer. Bei dieser Konfiguration kann eine Serie von Daten mit hoher Zuverlässigkeit von dem Grundsystem der Steuereinheit zu der verteilten Fern-E/A-Einheit mit MPU übertragen werden.

Bei einem anderen Steuerungsverfahren nach der Erfindung für das verteilte Fern-E/A-Einheit-Steuersystem erzeugt die verteilte Fern-E/A-Einheit mit einer MPU Antworten, bestehend aus einem Befehlsteil und einem Parameteranteil, als Antwortdaten auf den empfangenen Befehl, der empfangene Befehl und die Sequenznummer werden dem Befehlsteil zugeordnet, so daß das Grundsystem der Steuereinheit erkennen kann, welchen Befehl die Empfangsdaten als eine Antwort enthalten, und Daten in dem Parameteranteil werden entsprechend der Sequenznummer zugeordnet, so daß die verteilte Fern-E/A-Einheit die Datenübertragung sequentiell zu dem Grundsystem der Steuereinheit ausführen kann. Dabei kann eine Serie von Daten mit hoher Zuverlässigkeit von der verteilten Fern-E/A-Einheit mit MPU zu dem Grundsystem der Steuereinheit übertragen werden.

Die Erfindung wird nachstehend, auch hinsichtlich weiterer Merkmale und Vorteile, anhand der Beschreibung von Ausführungsbeispielen und unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert.

Die Zeichnungen zeigen in:

Fig. 1 ein Blockdiagramm eines Beispiels eines verteilten Fern-E/A-Einheit-Steuersystems, bei dem das Steuerungsverfahren nach der Erfindung implementiert ist;

Fig. 2 ein Systemdiagramm, das eine Verbindungsform der verteilten Fern-E/A-Einheit in dem verteilten Fern-E/A-Einheit-Steuersystem zeigt, wobei das Steuerungsverfahren gemäß der Erfindung implementiert ist;

Fig. 3 ein Blockdiagramm, das einen inneren Übertragungsteil der Kommunikationssteuerung des Grundsystems der NC-Einheit in dem verteilten Fern-E/A-Einheit-Steuersystem zeigt, wobei das Steuerungsverfahren nach der Erfindung implementiert ist;

Fig. 4A ein Zeitdiagramm, das eine zeitliche Übertragungs/empfangs-Steuerung des Grundsystems der NC-Einheit in dem verteilten Fern-E/A-Einheit-Steuersystem zeigt, wobei das Steuerungsverfahren nach der Erfindung implementiert ist;

Fig. 4B ein Zeitdiagramm, das eine zeitliche Übertragungs/empfangs-Steuerung des Grundsystems der NC-Einheit in dem verteilten Fern-E/A-Einheit-Steuersystem zeigt, wobei das Steuerungsverfahren nach der Erfindung implementiert ist;

Fig. 5 ein Blockdiagramm eines inneren Empfangsteils der Kommunikationssteuerung des Grundsystems der NC-Einheit in dem verteilten Fern-E/A-Einheit-Steuersystem, wobei das Steuerungsverfahren nach der Erfindung implementiert ist;

Fig. 6 ein Blockbild einer inneren Kommunikationssteuerungseinrichtung der verteilten Fern-E/A-Einheit in dem verteilten Fern-E/A-Einheit-Steuersystem, wobei das Steuerungsverfahren nach der Erfindung implementiert ist;

Fig. 7 ein Zeitdiagramm, das einen Übertragungs/empfangszyklus der verteilten Fern-E/A-Einheit in dem verteilten Fern-E/A-Einheit-Steuersystem zeigt, wobei das Steuerungsverfahren nach der Erfindung implementiert ist;

Fig. 8 ein Blockbild, das einen inneren E/A-Teil der Kommunikationssteuerungseinrichtung der verteilten Fern-E/A-Einheit in dem verteilten Fern-E/A-Einheit-Steuersystem zeigt, wobei das Steuerungsverfahren nach der Erfindung implementiert ist;

Fig. 9 ein Zeitdiagramm, das einen Übertragungszeitablauf nach Übertragung eines Kommunikationsrahmens zwischen dem Grundsystem der NC-Einheit und einer Vielzahl der verteilten Fern-E/A-Einheiten in dem verteilten Fern-E/A-Einheit-Steuersystem zeigt, wobei das Steuerungsverfahren nach der Erfindung implementiert ist;

Fig. 10 ein Zeitdiagramm, das Operationen der Kommunikationssteuerungseinrichtung in der verteilten Fern-E/A-Einheit in dem verteilten Fern-E/A-Einheit-Steuersystem zeigt, wobei das Steuerungsverfahren nach der Erfindung implementiert ist;

Fig. 11 ein Blockbild, das eine Alarmsignalzeugungsschaltung in dem verteilten Fern-E/A-Einheit-Steuersystem zeigt, wobei das Steuerungsverfahren nach der Erfindung implementiert ist;

Fig. 12A bis 12F erläuternde Darstellungen, die jeweils einen Übertragungs/empfangsmodus in jedem Betriebsmodus in dem verteilten Fern-E/A-Einheit-Steuersystem zeigen, wobei das Steuerungsverfahren nach der Erfindung implementiert ist;

Fig. 13A bis 13D erläuternde Darstellungen, die jeweils ein Datenfeldumschaltssystem in dem verteilten Fern-E/A-Einheit-Steuersystem zeigen, wobei das Steuerungsverfahren nach der Erfindung implementiert ist;

Fig. 14 ein Zeitdiagramm, das eine Prüfoperation zum Verbinden der verteilten Fern-E/A-Einheit in dem verteilten Fern-E/A-Einheit-Steuersystem zeigt, wobei das Steuerungsverfahren nach der Erfindung implementiert ist;

Fig. 15 ein Blockbild, das eine Analogdaten-Abgabeschaltung für die Displayeinheit zeigt, die mit der verteilten Fern-E/A-Einheit in dem verteilten Fern-E/A-Einheit-Steuersystem verbunden ist, wobei das Steuerungsverfahren nach der Erfindung implementiert ist;

Fig. 16 ein Blockbild, das eine Schnittstellenschaltung für den manuellen Impulsgenerator, der mit der verteilten Fern-E/A-Einheit in dem verteilten Fern-E/A-Einheit-Steuersystem verbunden ist, wobei das Steuerungsverfahren nach der Erfindung implementiert ist;

Fig. 17 ein Blockbild, das eine Filterförmige Schaltung für die Synchronisierer, der mit der verteilten Fern-E/A-Einheit in dem verteilten Fern-E/A-Einheit-Steuersystem verbunden ist, wobei das Steuerungsverfahren nach der Erfindung implementiert ist;

Fig. 18 ein Blockbild einer Schnittstellenschaltung für die verteilte Fern-E/A-Einheit mit einer MPU in dem verteilten Fern-E/A-Einheit-Steuersystem, wobei das Steuerungsverfahren nach der Erfindung implementiert ist;

Fig. 19 ein Blockbild eines Beispiels des herkömmlichen Typs eines verteilten Fern-E/A-Einheit-Steuersystems;

Fig. 20 ein Blockbild, das einen Operationsablauf in dem Grundsystem der NC-Einheit zeigt, wobei das Steuerungsverfahren nach der Erfindung implementiert ist;

Fig. 21 ein Blockbild, das eine Hardwarekonfiguration für die Analogspannungsausgabe in dem verteilten Fern-E/A-Einheit-Steuersystem zeigt, wobei das Steuerungsverfahren nach der Erfindung implementiert ist;

Fig. 22 ein Blockbild, das eine Hardwarekonfiguration für die Analogspannungseingabe in das verteilte Fern-E/A-Einheit-Steuersystem zeigt, wobei das Steuerungsverfahren nach der Erfindung implementiert ist;

Fig. 23 ein Blockbild einer Kommunikationssteuerungseinrichtung in der verteilten Fern-E/A-Einheit und einer damit verbundenen Steuerung für die Hardware zur Ausführung einer bestimmten Funktion bei dem verteilten Fern-E/A-Einheit-Steuersystem, wobei das Steuerungsverfahren nach der Erfindung implementiert ist;

Fig. 24A eine erläuternde Darstellung eines Datenformats in dem verteilten Fern-E/A-Einheit-Steuersystem, wobei das Steuerungsverfahren nach der Erfindung implementiert ist;

Fig. 25A bis 25F erläuternde Darstellungen, die jeweils ein Datenformat für einen Datenbereich in dem verteilten Fern-E/A-Einheit-Steuersystem zeigen, wobei das Steuerungsverfahren nach der Erfindung implementiert ist;

Fig. 26A eine erläuternde Darstellung eines Datenformats für die verteilte Fern-E/A-Einheit mit einer MPU in dem verteilten Fern-E/A-Einheit-Steuersystem, wobei das Steuerungsverfahren nach der Erfindung implementiert ist;

Fig. 27 ein Blockbild, das eine Anzeigedaten-Abgabeschaltung für die Displayeinheit zeigt, die mit der verteilten Fern-E/A-Einheit in dem verteilten Fern-E/A-Einheit-Steuersystem verbunden ist, wobei das Steuerungsverfahren nach der Erfindung implementiert ist;

Fig. 28 ein Blockbild einer Schnittstellenschaltung für den manuellen Impulsgenerator, der mit der verteilten Fern-E/A-Einheit in dem verteilten Fern-E/A-Einheit-Steuersystem verbunden ist, wobei das Steuerungsverfahren nach der Erfindung implementiert ist;

Fig. 29 ein Blockbild einer Schnittstellenschaltung für die Synchronisierer, der mit der verteilten Fern-E/A-Einheit in dem verteilten Fern-E/A-Einheit-Steuersystem verbunden ist, wobei das Steuerungsverfahren nach der Erfindung implementiert ist;

Fig. 30 ein Blockbild einer Schnittstellenschaltung für die verteilte Fern-E/A-Einheit mit einer MPU in dem verteilten Fern-E/A-Einheit-Steuersystem, wobei das Steuerungsverfahren nach der Erfindung implementiert ist;

Fig. 31 ein Blockbild eines Beispiels des herkömmlichen Typs eines verteilten Fern-E/A-Einheit-Steuersystems;

Fig. 32 ein Blockbild eines anderen Beispiels des herkömmlichen Typs eines verteilten Fern-E/A-Einheit-Steuersystems;

Fig. 33 ein Blockdiagramm, das einen Operationsablauf in dem Grundsystem der NC-Einheit bei dem herkömmlichen Typ des verteilten Fern-E/A-Einheit-Steuersystems zeigt; und

Fig. 34 ein Ablaufdiagramm, das einen Operationsablauf in dem verteilten Fern-E/A-Einheit-Steuersystem zeigt.

Fig. 34 ein Ablaufdiagramm, das einen Operationsablauf in dem verteilten Fern-E/A-Einheit bei dem herkömmlichen Typ des verteilten Fern-E/A-Einheit-Steuersystems zeigt.

Es folgt nun die Beschreibung von Ausführungsformen; dabei ist zu beachten, daß gleiche Elemente wie bei den herkömmlichen Steuersystemen die gleichen Bezugszeichen aufweisen und nicht erneut beschrieben werden.

Fig. 1 zeigt ein Beispiel eines verteilten Fern-E/A-Einheit-Steuersystems bei dem das vorliegende Steuerungsverfahren angewandt wird.

Die verteilte Fern-E/A-Einheit 2 umfaßt eine Kommunikationssteuerungseinrichtung 130, eine Ausgabebeeinträchtigung 131, eine Eingabebeeinträchtigung 132, einen Multiplexer 133 zur Wahl einer normalen Eingabe von Daten von der Eingabe-/F-Einrichtung 132 im On-line-Kommunikationsmodus oder einer Eingabe von Statusdaten in dem Off-line-Statuskommunikationsmodus (ID CODE) entsprechend einem Kommunikationsmoduswählsignal MODE von der Kommunikationssteuerungseinrichtung 130, und einen Schalter 134 zum separaten Setzen eines Typs jeder verteilten Fern-E/A-Einheit 2.

Die Statusdaten umfassen Daten betreffend einen Typ der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 und Daten zum Setzen oder dergleichen sowie Daten, die angeben, welche Art von E/A-Signal die verteilte Fern-E/A-Einheit 2 behandelt (etwa ein Digital-, ein Analog-, ein Spannungssignal, ein Stromsignal und Wechselstrom).

Diese verteilte Fern-E/A-Einheit 2 weist weiter eine MPU nach einem Software-ROM zum Betreiben einer MPU auf.

Die Kommunikationssteuerungseinrichtung 130 hat einen Trägersensor 135 als eine Empfangsbeginnsschaltung, eine Logikeinrichtung und dergleichen, ob ein Übertragungsrahmen von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 in Empfangsbeginnsschaltung ist oder nicht, und überträgt, ob ein serieller Empfangssignal RXD von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 vorliegt oder nicht.

Es ist zu beachten, daß in Fig. 1 TXD ein serieller Übertragungssignal von der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 und RTS ein Übertragungssteuer-Signal ist.

Fig. 2 zeigt einen Unterschied zwischen einem Parallelmodus, in dem nur eine einfache E/A-Steuerung ausführt wird, und einem CPU-Busmodus, in dem die Steuerung durch eine verteilte Fern-E/A-Einheit ausgeführt wird, die eine MPU (eine Fern-CPU) in der Eingabebeeinträchtigung der verteilten Fern-E/A-Einheit-Steuersystem hat, wie oben beschrieben wurde. Im Parallelmodus steuert die Kommunikationssteuerungseinrichtung (REMOTE-IO COMM) den 8-Bit-Ausgabepuffer DO sowie den 8-Bit-Eingabepuffer DI direkt. Der CPU-Busmodus wird noch unter Bezugnahme auf Fig. 8 im einzelnen erläutert.

Es ist zu beachten, daß in Fig. 2 DO 01 bis 1F Ausgabebits und DI 0 bis 1F Eingabebits bezeichnen. Ferner bezeichnen PO 00 bis 1F Daten, die in ein noch zu erläuterndes Register 335 gesetzt sind, und PI 00 bis 0F bezeichnen parallele Eingabesignale, die gleich denen sind, die mit PI 00 bis 0F bezeichnet sind.

Signalammen sind als DO 0 bis 1F und DI 0 bis 1F unterschieden, weil die Behandlung jeder Signalfunktion verschieden ist.

Fig. 3 zeigt die Hardwarekonfiguration einer Übertragungseinrichtung der Kommunikationssteuerungseinrichtung.

Fig. 3 zeigt die Hardwarekonfiguration einer Übertragungseinrichtung der Kommunikationssteuerungseinrichtung.

Fig. 3 zeigt die Hardwarekonfiguration einer Übertragungseinrichtung der Kommunikationssteuerungseinrichtung.

Fig. 3 zeigt die Hardwarekonfiguration einer Übertragungseinrichtung der Kommunikationssteuerungseinrichtung.

Fig. 3 zeigt die Hardwarekonfiguration einer Übertragungseinrichtung der Kommunikationssteuerungseinrichtung.

Fig. 3 zeigt die Hardwarekonfiguration einer Übertragungseinrichtung der Kommunikationssteuerungseinrichtung.

Fig. 3 zeigt die Hardwarekonfiguration einer Übertragungseinrichtung der Kommunikationssteuerungseinrichtung.

Fig. 3 zeigt die Hardwarekonfiguration einer Übertragungseinrichtung der Kommunikationssteuerungseinrichtung.

Fig. 3 zeigt die Hardwarekonfiguration einer Übertragungseinrichtung der Kommunikationssteuerungseinrichtung.

richtung 103 in dem Grundsystem der NC-Einheit, die zur Implementierung des Steuerverfahrens für das verteilte Fern-E/A-Einheit-Steuersystem verwendet wird. Diese Übertragungseinrichtung umfaßt einen Schreibpuffer 300 zur vorübergehenden Speicherung von Daten D0 bis D15, die von der MPU 101 zu den verteilten Fern-E/A-Einheiten 2 zu übertragen sind, einen Zwischenspeicher (Übertragungsdatenpuffer) 301 zum Speichern von Daten D0 bis D15, die von der MPU 101 zu den verteilten Fern-E/A-Einheiten 2 zu übertragen sind, einen Multiplexer 302 zur Ansteuerung des Zwischenspeichers 301, einen Schieberegister 303 zum Verschieben von Übertragungsdaten für den angesteuerten Zwischenspeicher 301 zu seriellen Daten, einen CRC-Generator 304 zum Erzeugen von CRC-Daten, die zum Detektieren eines Fehlers in einem Übertragungsrahmen hinzugefügt werden, und einen Plasmustergenerator 305 zum Erzeugen eines Plasmusters, das hinzugefügt ist, um einen Header und ein Ende eines Übertragungsrahmens zu bezeichnen.

Ferner umfaßt die Übertragungseinrichtung einen Adressengenerator 306 zum Erzeugen eines Headermusters, das anzeigt, zu welcher verteilten Fern-E/A-Einheit der Übertragungsrahmen zu übertragen ist, ein ODER-Glied 307 zur Bildung einer logischen Summe diskreter Ausgangswerte vom Schieberegister 303, den CRC-Generator 304, den Plasmustergenerator 305 und den Adressengenerator 306, eine Nullifizierungsschaltung 308 zum Einfügen von Nullen in Übertragungsdaten, um Übertragungsdaten aus einem Plasmuster zu identifizieren, und eine NRZI-Schaltung 309, um ein Muster des Übertragungsrahmens der NRZI-Modulation zu unterwerfen.

Ferner umfaßt die Übertragungseinrichtung einen Übertragungs-HDL-Quenzler 310 zum Erzeugen eines Übertragungsrahmens zu einem bestimmten Zeitpunkt. Bestimmen eines Zeitpunkts für den Übertragungsbeginn von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 zu der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 in einem bestimmten Zeitintervall, einen Taktsignalerzeuger 312 zur Steuerung sämtlicher Takter für die Kommunikationssteuerung 102, ein UND-Glied 313 zum Anhalten der Übertragung, wenn in der Kommunikationssteuerung 102 eine Zeitüberwachung detektiert wird, eine Multiplexerschaltung 314 zum Umschalten des Multiplexers 302 zu einem Übertragungszeitpunkt durch den Übertragungs-HDL-Quenzler 310, eine Zeitüberwachungs-Detektorschaltung 315 zum Abschalten der Übertragungsabgabe durch Detek-

tieren einer Periode, in der die MPU 101 Übertragungsdaten weder einschreibt noch Empfangsdaten von der Kommunikationssteuerung 102 ausliest, und einen Zwischenspeicherwähler 316 zum Wählen eines Zwischenspeichers 301 als ein Ziel zum Einschreiben von Daten, die von der MPU 101 übertragen werden. Die Zeitüberwachungs-Detektorschaltung 315 ist so wohl mit dem UND-Glied 313 als auch dem Zwischenspeicher 301 in der Figur verbunden, aber die Zeitüberwachungs-Detektorschaltung 315 kann ihre Normalfunktion auch dann ausüben, wenn sie nur mit einem Daten verbunden ist. Wenn die Zeitüberwachungs-Detektorschaltung 315 mit dem UND-Glied 313 verbunden ist und die Zeitüberwachungs-Detektorschaltung 315 ein Übertragungs-AUS-Befehlssignal erzeugt, wird das RTS-Signal in den AUS-Zustand gebracht, und das Übertragungs-Signal TXD wird sofort mit hoher Ansprechempfindlichkeit getrennt. Wenn dagegen

Zeitüberwachungs-Detektorschaltung 315 mit dem Zwischenspeicher 301 verbunden ist, wird der Zwischenspeicher 301 nach Maßgabe des Übertragungs-AUS-Befehlssignals von der Zeitüberwachungs-Detektorschaltung 315 rückgesetzt, und Rücksetzdaten werden übertragen. In diesem Fall kann die Abgabe von den verteilten Fern-E/A-Einheiten 2 im wesentlichen ausgeschaltet werden, ohne ein Übertragungssignal zu unterbrechen, und es wird möglich, den Zustand von der Trennung des Signalkabels zu unterscheiden.

Ein Zeitpunkt zum Übertragen in dem Grundsystem der NC-Einheit 1 wird durch den Übertragungs-HDL-Quenzler 311 bestimmt, und eine Übertragungszyklusdauer wird auf einem Konstantwert gehalten. Es ist zu beachten, daß in Fig. 3A 0-4, CS, RD, WR und BUS jeweils ein Adresssignal ist, das anzeigt, daß die Übertragung eines an die MPU 101 abzugebenden Übertragungsrahmens beendet ist, XSD 0-7 Monitor-signale sind, und zwar jeweils für Übertragungsdaten für die verteilte Fern-E/A-Einheit 2, XFCS 0-7 sind CRC-Datensignale, und TXMC ist ein Multiplexerwählsignal zur Wahl von zu übertragenden Daten.

Fig. 4A zeigt einen Zeitablauf zum Übertragen und Empfangen von Signalen, wenn sich das Grundsystem der NC-Einheit 1 im Niedriggeschwindigkeitsmodus befindet, wohingegen Fig. 4B einen Zeitablauf zum Übertragen und Empfangen von Signalen im Hochgeschwindigkeitsmodus zeigt. Es ist zu beachten, daß in den Fig. 4A und 4B XMIT und RECV einen Zeitablauf zum Übertragen bzw. einen solchen zum Empfangen bezeichnen.

Im Fall des Zeitablaufs für die Übertragung, der in den Fig. 4A und 4B gezeigt ist, erzeugt der Übertragungs-HDL-Quenzler 311 ein Übertragungsstartsignal XMIT, das XMIT einmal für einen Übertragungszyklus. Wenn der Übertragungs-HDL-Quenzler 311 das Übertragungsstartsignal XMIT erzeugt, empfängt der Übertragungs-HDL-Quenzler 310 das Übertragungsstartsignal XMIT und wählt den Zwischenspeicher 301 an, um darin Übertragungsdaten zu speichern, und gibt ein Wählsignal an die Multiplexerwählschaltung 314 ab. Die Multiplexerwählschaltung 314 bewirkt, daß der Multiplexer 302 eine Wähloperation ausführt, und wählt und setzt den Zwischenspeicher 301, zu dem die Daten zu übertragen sind.

Konkret werden zuerst für ein erstes Übertragungsstartsignal XMIT in einem Übertragungszyklus die vier Zwischenspeicher 301, die die Nummern von 0 bis 3 haben, gewählt, und für das nächste Übertragungsstartsignal XMIT werden die vier Zwischenspeicher 301 mit den Nummern 4 bis 7 gewählt. Somit werden die Zwischenspeicher 301 sequentiell für jedes Übertragungsstartsignal XMIT gewählt, wobei die vier Zwischenspeicher 301 mit den Nummern 1C bis 1F für das letzte Übertragungsstartsignal XMIT in einem Übertragungszyklus gewählt werden und sämtliche Zwischenspeicher 301 innerhalb eines Übertragungszyklus gewählt werden, so daß Daten für sämtliche Zwischenspeicher 301 übertragen werden.

Fig. 5 zeigt Hardwarekonfiguration einer Empfangseinrichtung der Kommunikationssteuerung 102 in dem Grundsystem der NC-Einheit 1, die für die Implementierung des Steuerverfahrens des verteilten Fern-E/A-Ein-

heit-Steuersystems verwendet wird.

Dieser Empfangsteil umfaßt einen Lesepuffer 400 zum kurzzeitigen Speichern von Daten D0 bis D15 und von verschiedenen Arten von Statusdaten (DIT END, RECVEND, CRC ERR, CONNECTION STATUS), einen Zwischenspeicher (Empfangsdatenpuffer) 401 zum Speichern von Daten D0 bis D15, die von der MPU 101 zu den verteilten Fern-E/A-Einheiten 2 auf einer Kommunikationsleitung, die sowohl als Übertragungsleitung von Fern-E/A-Einheit 2 als auch als Übertragungsleitung von der Fern-E/A-Einheit 2 zu dem Grundsystem der NC-Einheit 1 funktioniert, so daß es nicht notwendig ist, eine neue Signalleitung zu benutzen, um die Abgabe von der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 gegenüber Störungen, wie etwa einem gelockerten Kabel, einem Klemmenbruch oder irgendeiner Störung in der MPU 101 des Grundsystems der NC-Einheit 1 in den AUS-Zustand zu bringen.

In dem Grundsystem der NC-Einheit 1 wird das Ein-schreiben von Daten, die zu der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 zu übertragen sind, und das Auslesen von Empfangsdaten zyklisch ausgeführt, so daß der bestimmte Zeitraum, der von der Zeitüberwachungs-schaltung 315 vorgegeben ist, auf einen Wert eingestellt sein sollte, der doppelt so groß wie oder größer als ein Wert des Zyklus ist. Auch wird der bestimmte Zeitraum nach Maßgabe eines Gebrauchszustands des verteilten Fern-E/A-Einheit 2 vorgegeben, beispielsweise danach, ob Steuercharakteristiken einer Werkzeugmaschine als Objekt für die Daten-Ein/Ausgabe notwendig sind oder nicht und wird im allgemeinen auf einige hundert Millisekunden eingestellt.

Ein Zeitablauf der Übertragung von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 ist nicht von dem Betrieb der MPU 101 abhängig und wird von dem Übertragungs-HDL-Quenzler 311 vorgegeben, so daß die Übertragungszykluszeit auf einem Konstantwert gehalten wird. Fig. 6 zeigt eine Hardwarekonfiguration der Kommunikationssteuerung 130 in der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 zur Implementierung des Steuerverfahrens für das verteilte Fern-E/A-Einheit-Steuersystem.

Die Kommunikationssteuerung 130 umfaßt einen Modusvorgabedecodierer 500 zur selektiven Vorgabe eines normalen E/A-Modus oder eines Busoperationmodus oder eines Schleifenmodus, eine Filterschaltung 501, die Eingangsdaten D1 0 bis 31 erhält, einen Multiplexer 502 zur Wahl der Filterschaltung 501, einen Schieberegister 503 zum Verschieben von Eingangsdaten (Übertragungsdaten) für die gewählte Filterschaltung 501 zu seriellen Daten, einen CRC-Generator 504 zum Erzeugen von CRC-Daten, die hinzugefügt werden, um einen Fehler in einem Übertragungsrahmen zu detektieren, einen Plasmustergenerator 505 zum Erzeugen eines Plasmusters, das hinzugefügt ist, um einen Header und ein Ende eines Übertragungsrahmens zu bezeichnen, und einen Adressengenerator 506 zum Erzeugen eines Headermusters, das ein Übertragungsstartsignal erzeugt.

Die Kommunikationssteuerung 130 umfaßt außerdem ein ODER-Glied 507 zur Bildung einer logischen Summe aus diskreten Ausgangssignalen des Schieberegisters 503, des CRC-Generators 504, des Plasmustergenerators 505 und des Adressengenerators 506, eine Nullifizierungsschaltung 508 zum Einfügen von Nullen in Übertragungsdaten, um Übertragungsdaten aus einem Plasmuster zu identifizieren, eine NRZI-

Vorgabe werden zu den verteilten Fern-E/A-Einheiten

Bei dem Betrieb der Kommunikationssteuerung 130 wird der Demultiplexer 402 nach Maßgabe des Demultiplexerwählsignals DMC in der Reihenfolge des Empfangs und gibt ein Zwischenspeicher-Freigabesignal an den gewählten Zwischenspeicher 401 zur Zwischenspeicher-Freigabe.

Der genaue Betrieb der Kommunikationssteuerung 102 des Grundsystems der NC-Einheit 1 ist der gleiche wie derjenige, der das allgemeine HDLC-Protokoll unterstützt, so daß die Beschreibung hier entfällt, aber wenn bei dem vorliegenden Steuerverfahren die Zeitüberwachungs-Detektorschaltung 315 den Zustand detektiert, daß auf die Kommunikationssteuerung 102 für einen bestimmten Zeitraum kein Zugriff erfolgt, wird der Zwischenspeicher 301 für Übertragungsdaten rückgesetzt, die Übertragungsdaten der Vorgabe werden zu den verteilten Fern-E/A-Einheiten

übertragen, und die Übertragung eines Torsignals zu dem Übertragungsstrebler wird von dem UND-Glied 313 unterbrochen. Die verteilte Fern-E/A-Einheit 2 setzt den Ausgang zurück, indem sie detektiert, daß kein Empfangsrahmen vorhanden ist.

Bei diesem System erfolgt die Kommunikation zwischen dem Grundsystem der NC-Einheit 1 und den verteilten Fern-E/A-Einheiten 2 auf einer Kommunikationsleitung, die sowohl als Übertragungsleitung von Fern-E/A-Einheit 2 als auch als Übertragungsleitung von der Fern-E/A-Einheit 2 zu dem Grundsystem der NC-Einheit 1 funktioniert, so daß es nicht notwendig ist, eine neue Signalleitung zu benutzen, um die Abgabe von der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 gegenüber Störungen, wie etwa einem gelockerten Kabel, einem Klemmenbruch oder irgendeiner Störung in der MPU 101 des Grundsystems der NC-Einheit 1 in den AUS-Zustand zu bringen.

In dem Grundsystem der NC-Einheit 1 wird das Ein-schreiben von Daten, die zu der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 zu übertragen sind, und das Auslesen von Empfangsdaten zyklisch ausgeführt, so daß der bestimmte Zeitraum, der von der Zeitüberwachungs-schaltung 315 vorgegeben ist, auf einen Wert eingestellt sein sollte, der doppelt so groß wie oder größer als ein Wert des Zyklus ist. Auch wird der bestimmte Zeitraum nach Maßgabe eines Gebrauchszustands des verteilten Fern-E/A-Einheit 2 vorgegeben, beispielsweise danach, ob Steuercharakteristiken einer Werkzeugmaschine als Objekt für die Daten-Ein/Ausgabe notwendig sind oder nicht und wird im allgemeinen auf einige hundert Millisekunden eingestellt.

Ein Zeitablauf der Übertragung von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 ist nicht von dem Betrieb der MPU 101 abhängig und wird von dem Übertragungs-HDL-Quenzler 311 vorgegeben, so daß die Übertragungszykluszeit auf einem Konstantwert gehalten wird. Fig. 6 zeigt eine Hardwarekonfiguration der Kommunikationssteuerung 130 in der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 zur Implementierung des Steuerverfahrens für das verteilte Fern-E/A-Einheit-Steuersystem.

Die Kommunikationssteuerung 130 umfaßt einen Modusvorgabedecodierer 500 zur selektiven Vorgabe eines normalen E/A-Modus oder eines Busoperationmodus oder eines Schleifenmodus, eine Filterschaltung 501, die Eingangsdaten D1 0 bis 31 erhält, einen Multiplexer 502 zur Wahl der Filterschaltung 501, einen Schieberegister 503 zum Verschieben von Eingangsdaten (Übertragungsdaten) für die gewählte Filterschaltung 501 zu seriellen Daten, einen CRC-Generator 504 zum Erzeugen von CRC-Daten, die hinzugefügt werden, um einen Fehler in einem Übertragungsrahmen zu detektieren, einen Plasmustergenerator 505 zum Erzeugen eines Plasmusters, das hinzugefügt ist, um einen Header und ein Ende eines Übertragungsrahmens zu bezeichnen, und einen Adressengenerator 506 zum Erzeugen eines Headermusters, das ein Übertragungsstartsignal erzeugt.

Die Kommunikationssteuerung 130 umfaßt außerdem ein ODER-Glied 507 zur Bildung einer logischen Summe aus diskreten Ausgangssignalen des Schieberegisters 503, des CRC-Generators 504, des Plasmustergenerators 505 und des Adressengenerators 506, eine Nullifizierungsschaltung 508 zum Einfügen von Nullen in Übertragungsdaten, um Übertragungsdaten aus einem Plasmuster zu identifizieren, eine NRZI-

Bei dem Betrieb der Kommunikationssteuerung 130 wird der Demultiplexer 402 nach Maßgabe des Demultiplexerwählsignals DMC in der Reihenfolge des Empfangs und gibt ein Zwischenspeicher-Freigabesignal an den gewählten Zwischenspeicher 401 zur Zwischenspeicher-Freigabe.

Der genaue Betrieb der Kommunikationssteuerung 102 des Grundsystems der NC-Einheit 1 ist der gleiche wie derjenige, der das allgemeine HDLC-Protokoll unterstützt, so daß die Beschreibung hier entfällt, aber wenn bei dem vorliegenden Steuerverfahren die Zeitüberwachungs-Detektorschaltung 315 den Zustand detektiert, daß auf die Kommunikationssteuerung 102 für einen bestimmten Zeitraum kein Zugriff erfolgt, wird der Zwischenspeicher 301 für Übertragungsdaten rückgesetzt, die Übertragungsdaten der Vorgabe werden zu den verteilten Fern-E/A-Einheiten

Modulationserschaltung 509, um ein Muster eines Übertragungsrahmens der NRZI-Modulation zu unterwerfen, einen Übertragungs-HDLC-Sequenz 510 zum Erzeugen eines Übertragungsrahmens zu einem geeigneten Zeitpunkt, eine Multiplexerschaltung 511 zum Wählen von Übertragungsdaten zur Wahl des Multiplexers 501 zu einem Zeitpunkt für die Übertragung von dem Übertragungs-HDLC-Sequenz 510, und einen Zwischenspeicher 521 zum Speichern von Ausgangsdaten DO 0 bis DO 31.

Der Übertragungs-HDLC-Sequenz 510 umfaßt einen Hardware-Zeigeger, der von einem Signal RECV END gesteuert wird, das von einem CRC-Vergleicher 527, der noch beschrieben wird, abgegeben wird, und einen Zeitpunkt zum Beginn der Übertragung eines Übertragungsrahmens nach Maßgabe eines von dem Hardware-Zeigeger gezählten Zeitablaufs vorgibt.

Die Kommunikationserschaltung 130 umfaßt außerdem einen Schieberegister 522 zum Verschieben von seriellen Daten für einen Empfangsrahmen, eine Nullausführungsschaltung 523 zum Ausfüllen von Nullen aus einem Empfangsbildfeld, in das Nullen eingefügt sind, eine NRZI-Demodulationserschaltung 524, um einen NRZI-modulierten Empfangsrahmen zu demodulieren, einen Flagmustervergleich 525 zum Detektieren von Beginn und Ende eines Empfangsrahmens, einen Adreßmustervergleich 526, der bestimmt, ob ein Headermuster eines Empfangsrahmens normal ist oder nicht, einen CRC-Vergleicher 527, der bestimmt, ob in einem Empfangsrahmen ein Fehler enthalten ist oder nicht, einen Empfangs-HDLC-Sequenz 528 zur Implementierung der Zeitablaufssteuerung des Empfangsrahmens, einen Differenzbildner 529 zur Abgabe eines Differenzsignals, wenn der Empfang eines anderen Signals während des Empfangs gestört wird, einen Alarmschalter 530, der die Tausche bestimmt, daß ein Differenzsignal während eines bestimmten Zeitraums oder länger nicht detektiert werden kann, eine Taktsignalererschaltung 517 und einen Drehschalter 518 zum Einstellen eines Einheitenmoduls ADD für eine verteilte Fern-E/A-Einheit und zum normalen E/A-Modus.

Die Filterschaltung 501 hat die Funktion, ein Signal zu bilden, das kein Störerelement enthält, indem ein in die verteilte Fern-E/A-Einheit 2 eingegebenes Eingangssignal, das ein Störerelement enthält, gefiltert wird.

Es ist zu beachten, daß in Fig. 6 MOD 0 bis 3 Moduswählsignale sind, die jeweils den Modusvorgabe-decodierer 500 zugeführt werden, um den normalen E/A-Modus oder den Busoperationsmodus oder den Schleifenmodus zu wählen, RECV END ist ein Empfangssignaldesignal, CRCERR ist ein CRC-Fehlersignal, das bedeutet, daß in einem Empfangsrahmen von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 ein CRC-Fehler enthalten ist, L-RECV ist ein Empfangsdaten-Zwischenspeichersignal, und DO RESET ist ein Warnsignal, und der Zwischenspeicher 5301 abgegeben wird, und der Zwischenspeicher 521 für die Abgabe in der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 wird nach Maßgabe dieses Warnsignals rückgesetzt.

Wenn eine MPU hinzugefügt ist, werden die Ausgangsdaten DI 0 bis DI 8 bis 15 als Signale für DATA 0 bis 7, AO bis A3, CS, RD und WR genutzt.

Fig. 7 zeigt einen Übertragungs/Empfangs-Zyklus für der verteilten Fern-E/A-Einheit 2.

Fig. 8 zeigt einen E/A-Teil in der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 zur Implementierung eines Steuerverfahrens für das verteilte Fern-E/A-Einheit-Steuersystem. Der

E/A-Teil umfaßt ein Register 512 (siehe Fig. 6) für eine MPU in der verteilten Fern-E/A-Einheit 2, um in dieses Daten einzuschreiben, die zu dem Grundsystem der NC-Einheit 1 zu übertragen sind, wenn eine MPU zu-ätzlich in der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 vorgesehen ist, einen Polarisationswandler 513 zur Umwandlung der Polarität eines in die Kommunikationserschaltung 130 eingegebenen Eingangssignals, einen Decodierer 514 für den Fall, daß eine MPU zur Verwendung in der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 angeschlossen ist, einen Eingangsregister 515 für Eingangssignale zu der Kommunikationserschaltung 130, einen Ausgangspuffer 516 zum Auslesen von Empfangsdaten oder dergleichen von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 in dem Fall, daß eine MPU mit der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 verbunden ist, einen Multiplexer 532 für die Wahl eines Ausgangssignals von der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 nach Maßgabe der Modusvorgabe in der Kommunikationserschaltung 130, einen Polarisationswandler 533 zum Umschalten einer Polarität eines Ausgangssignals, einen Ausgangspuffer 534 für Ausgangssignale und ein Register 535 für eine MPU, die zusätzlich zu der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 vorgesehen ist, um Ausgangsdaten in einem Fall einzuschreiben, in dem eine MPU in der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 zusätzlich vorgesehen ist.

Die Polarisationswandler 513, 533 haben jeweils die Funktion, die Polarität eines Signals nach Maßgabe eines Typs von Objektvorrichtung für die Signaleingabe und die Signalausgabe in die und aus der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 zu ändern, und die Funktion ist nach Maßgabe einer externen Signaleingabe durch die Kommunikationserschaltung 130 vorgegeben.

Es ist zu beachten, daß in Fig. 8 LOOP-BACK, DO 0 bis 1F jeweils ein Übertragungsdatenfeld sind, das bei einem Schleifenfest zu dem Grundsystem der NC-Einheit 1 direkt übertragen wird, RECEIVE DATA bis #3 sind Ausgangssignale von dem in Fig. 6 gezeigten Schieberegister 522, TRANSMIT DATA #0 bis #3 sind Übertragungsdaten zu dem Grundsystem der NC-Einheit 1 und äquivalent den Signalen XSD 0 bis 7 in Fig. 6, BUS MODE READ ist ein Bussignaldesignal, das in den EIN-Zustand gebracht wird, wenn die MPU in der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 Daten ausliest, wobei der Decodierer 514 in dem Busoperationsmodus ist und FILTER-CLOCK ist ein Filterkonstantenwählsignal für die Filterschaltung 501.

In der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 wird nach Maßgabe eines externen Moduswählsignals (Moduswählsignals) MOD 0 bis 3, das in den Modusvorgabe-decodierer 500 eingegeben ist, ein Modus von dem normalen E/A-Modus, der die Hinzufügung einer MPU nicht verlangt, dem Busoperationsmodus, der die Hinzufügung einer MPU erfordert, und einem Schleifenmodus, in dem während eines Tests Übertragungsdaten von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 von der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 rückgeleitet und übertragen werden, gewählt und als Operationsmodus vorgegeben.

In dem normalen E/A-Modus werden Grundsystem der NC-Einheit 1 Übertragungsdaten in dem Zwischenspeicher 521 gespeicherte Daten von dem Multiplexer 532 ausgewählt, die Daten werden als Datensignale (DO 0 bis 07, DO 08 bis 0F, DO 10 bis 17, DO 18 bis 1F) über den Polarisationswandler 533 genutzt, und Eingangssignale (DI 00 bis 07, DI 08 bis 0F, DI 10 bis 17 und DI 18 bis 1F) gelangen über den Polarisationswandler 513 zu der Filterschaltung 501, werden von dem Multiplexer 502 ausgewählt und zu dem Grundsystem der

NC-Einheit 1 übertragen.

In dem Busoperationsmodus werden Daten, die von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 übertragen werden und in dem Zwischenspeicher 521 gespeichert sind, über den Ausgangspuffer 516 als DO 00 bis 1F zu einer MPU ausgeliefert, die außerhalb der Kommunikationserschaltung 130 hinzugefügt ist, und die MPU wandelt die ausgelieferten Daten je nach Erfordernis um und schreibt die umgewandelten Daten durch den Eingangsregister 515 in den Einschreiberegister 535 ein. In dem Multiplexer 532 wird der Datenbus aus dem Einschreiberegister 535 ausgewählt, und Übertragungsdaten DO 00 bis 1F werden als Ausgangssignale DO 00 bis DO 1F abgegeben.

Die Datenübertragung zu dem Grundsystem der NC-Einheit 1 wird von der MPU ausgeführt, indem die Daten über den Eingangsregister 515 in das Einschreiberegister 512 für die Übertragung eingeschrieben werden, um den Multiplexer 502 zu veranlassen, den Datenbus vom Register 512 auszuwählen.

In dem Busoperationsmodus werden Eingangsdaten DI 08 bis 0F als Steuerleitung zum Decodierer 514 in der Kommunikationserschaltung 130 genutzt, und die MPU kann den Signalzustand von DI 01 bis 1F als Signale PI 00 bis 0F über den Ausgangspuffer 516 lesen. Wie oben beschrieben, sortiert in dem Busoperationsmodus die Kommunikationserschaltung 130 nicht die Eingangsdaten von den Ausgangsdaten, aber die MPU liest und analysiert Empfangsdaten von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 und setzt Ausgangsdaten in den Ausgangsport.

In diesem Fall gelangt ein Signal von (RECEIVE DATA #1 bis #3) zu dem Zwischenspeicher 521 (DO 00 bis 1F), und Daten werden aus dem Puffer 516 ausgelesen, dann analysiert die MPU die Daten und schreibt sie über den Eingangsregister 515 in das Register 535 ein (PO 00 bis 1F) und gibt dann die Daten DO 00 bis 1F ab. Als Eingangsdaten sind nur DI 10 bis 1F verfügbar, DI 00 bis 0F werden als Datensignale für eine ferne CPU genutzt, und DI 08 bis 0F werden als Steuersignaleingang von der fernen CPU genutzt, so daß bei Hinzufügung einer MPU DI 00 bis 0F nichtverfügbar werden. Signale gelangen in der Reihenfolge DI 10 bis 1F (PI 00 bis 0F) zu dem Ausgangspuffer 516, wo Daten ausgelesen werden, die MPU analysiert Daten und schreibt Daten durch den Eingangsregister 515 in das Register 512 ein (WR 00 bis 03), und dann wandelt die MPU die Signale durch den Multiplexer 502 zu (TRANSMIT DATA #0 bis #3) um und überträgt die umgewandelten Daten zu dem Grundsystem der NC-Einheit 1.

Wenn der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 eine MPU hinzugefügt ist, um diesen Busoperationsmodus zu implementieren, wird die verteilte Fern-E/A-Einheit 2 für andere Anwendungen verfügbar, etwa Ein/Ausgabe von Bediendesignalen für die E/A-Einheit in dem Grundsystem der Steuereinheit oder für das Grundsystem der Steuereinheit selbst, einen Lochstreifenleser, einen Lochstreifenstanzer oder dergleichen, was eine Erweiterung der Anwendungsmöglichkeiten darstellt. Auch wenn der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 eine MPU hinzugefügt ist, wird die Kommunikation zwischen dem Grundsystem der NC-Einheit 2 und der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 automatisch ausgeführt, ohne von der MPU abhängig zu sein, so daß die Softwareverarbeitung durch die MPU nicht kompliziert wird.

Im Schleifenmodus werden Übertragungsdaten in dem Zwischenspeicher 521 gespeichert sind, die in dem Zwischenspeicher 521 gespeichert sind, dem Grundsystem der NC-Einheit 1, die in dem Zwischenspeicher 521 gespeichert sind,

von dem Multiplexer 502 gewählt und zu dem Grundsystem der NC-Einheit übertragen.

In dem Schleifenmodus ist es zur Prüfung, daß die normalerweise von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 übertragenen Daten mit den Empfangsdaten übereinstimmen, erforderlich, die Daten einmal in dem Zwischenspeicher 521 zu speichern und dann die Daten (LOOPBACK DO 00 bis 1F) zu erzeugen, die in dem Schleifenmodus in einem Übertragungsrahmen zu übertragen sind, aber der Datenempfang von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 und die Übertragung von einer verteilten Fern-E/A-Einheit 2 werden in Zeimultiplexbetrieb ausgeführt, so daß kein Problem auftritt.

Es ist ohne weiteres verständlich, daß wegen dieses Schleifenmodus Ausgangsdaten, die von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 zu der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 übertragen werden, normal übertragen werden und daß auch die Übertragung von der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 zu dem Grundsystem der NC-Einheit 1 normal ausgeführt werden kann.

Fig. 9 ist ein Zeitdiagramm, das einen Fluß von Daten zeigt, die zwischen dem Grundsystem der NC-Einheit 1 und der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 nach Maßgabe des vorliegenden Steuerverfahrens bewegt werden. In Fig. 9 bedeuten N #0 bis N #7 jeweils einen Zeitablauf für die Übertragung eines Treiber-IC-Freigabesignals, N #3 und RTSA bedeuten jeweils einen Zeitablauf für die Übertragung eines Treiber-IC-Freigabesignals, wenn ein Signal von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 zu jeder der verteilten Fern-E/A-Einheiten (von der ersten bis vierten Einheit) übertragen wird, und R #0, RTSA bis R #3, RTSA bedeuten jeweils einen Zeitablauf für die Übertragung eines Treiber-IC-Freigabesignals, wenn die verteilte Fern-E/A-Einheit 2 ein Signal von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 als Antwort auf die Übertragungsrahmen N #0 bis N #3 überträgt.

Ein Rahmenformat jedes Rahmens F von N #0 bis N #7 und R #0 bis R #7 umfaßt FLAG, ADRI, ADRI, DATA #0 bis DATA #3, CRC und FLAG. FLAG ist ein Muster, das eine Begrenzung eines Rahmens bezeichnet; ADRI, ADRI, ADRI sind Headermuster; DATA #0 bis DATA #3 bedeuten jeweils einen Datenbereich, der Daten aufweist, die von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 und der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 übertragen werden; und CRC ist ein Prüfcode, der hinzugefügt ist, um einen Fehler in einem Rahmen zu detektieren. ADRI, ADRI werden hier genutzt, um jede verteilte Fern-E/A-Einheit zu identifizieren, um den On-line-Kommunikationsmodus oder den Off-line-Staustkommunikationsmodus zu erkennen, um den Schleifenmodus von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 zu bezeichnen und um eine Prüfung hinsichtlich eines CRC-Fehlers von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 zu ermöglichen, in der Übertragung von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 zu jeder verteilten Fern-E/A-Einheit 2 zu ermöglichen.

Eingangsdaten oder Ausgangsdaten werden im On-line-Kommunikationsmodus an DATA #0 bis DATA #3 gegeben, und ID-Status wird im Off-line-Statuskommunikationsmodus an sie gegeben.

Fig. 10 zeigt Operationen der Kommunikationserschaltung auf der Seite einer verteilten Fern-E/A-Einheit. In Fig. 10 bezeichnet A ein IN-Empfangssignal.

(IN-REC), wenn ein Headermuster in einem Empfangsrahmen F als ein Rahmen zu der Einheit erkannt wird; B bezeichnet ein IN-Empfangsstatusdifferenzial (IN-RECVD) zum Detektieren des Beginns des IN-Empfangs; C bezeichnet ein Moduserkennungs- und Signal zur Ausführung der Modusumschaltung in der Kommunikationssteuerungseinrichtung, indem geprüft wird, welcher von dem On-line-Kommunikationsmodus, dem Off-line-Statuskommunikationsmodus und dem Schleifenmodus von einem Headermuster in einem Empfangsrahmen bezeichnet ist; und D bezeichnet einen Zeitablauf zur Aktualisierung eines Ausgangssignals von der Kommunikationssteuerungseinrichtung, wenn in dem On-line-Kommunikationsmodus der Empfang ausgeführt wird, ohne daß ein CRC-Fehler detektiert wird.

Fig. 11 ist ein Blockschaltbild, das einen Software-Mechanismus zeigt, um zu detektieren, daß der Empfang von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 aufgrund einer Operation der Zeitüberwachungs-Detektierschaltung 315 beendet wird, um die Übertragungsgabe anzuhalten und ein Alarmsignal zu erzeugen, so daß ein Ausgang rückgesetzt wird. Diese Schaltung wird durch interne Konfiguration des Empfangs-HDL-Sequence 528 (siehe Fig. 6) realisiert und umfaßt eine Empfangsstatus-Detektierschaltung 801, die ein IN-Empfangssignal A erzeugt, eine Differenzierschaltung 529 (Differenzierer) zum Empfang eines IN-Empfangssignals A und zum Erzeugen eines IN-Empfangsstatusdifferenzials B (siehe Fig. 6), und einen Alarmschaltkreis 530, der aufwärtszählt, wenn ein Zeitablaufsignal abgelaufen ist, und nach Maßgabe eines IN-Empfangsstatusdifferenzials B (siehe Fig. 6) rückgesetzt wird, wobei dann, wenn ein Zeitablauf des Alarmschaltkreises 530 überläuft, ein Alarmsignal DO RESET abgegeben wird und ein Ausgangssignaldifferenzialregister in der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 durch rückgesetztes wird.

Bei dieser Konfiguration hat die Empfangsstatus-Detektierschaltung 801 in dem Empfangs-HDL-Sequence 528 die Funktion des Trägersensors 133, der in Fig. 1 gezeigt ist.

Wenn über die verteilte Fern-E/A-Einheit 2 während eines Zeitraums, der nach Maßgabe eines Zeitablaufs von dem Alarmschaltkreis 530 bestimmt ist, keinen Empfangsstatuszustand detektiert wird, wird der Ausgang von der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 rückgesetzt. Wenn bei dieser Konfiguration das Grundsystem der NC-Einheit 1 seinen Systembetrieb aus irgendeinem Grund anhält, wird die Übertragungsgabe von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 nach Maßgabe eines Befehls von der Zeitüberwachungs-Detektierschaltung 315 gestoppt, und die verteilte Fern-E/A-Einheit detektiert, daß ein Empfangsstatusdifferenzial eines Übertragungsrahmens von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 während des bestimmten Zeitraums nicht auftritt, und setzt den Ausgang zurück, so daß ein mechanisches Steuerungsmerkmal rückgesetzt werden kann, so daß das Grundsystem der NC-Einheit 1 in einen abnormalen Zustand eintritt und der Systembetrieb ausgehalten wird, was den Aufbau eines hochzuverlässigen Systems gewährleistet. In diesem Fall wird auch dann, wenn detektiert wird, daß ein Systemprogramm in dem Grundsystem der NC-Einheit 1 nicht normal arbeitet, die Ausgabe von der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 rückgesetzt, wodurch ebenfalls eine höhere Systemzuverlässigkeit gewährleistet ist.

Auch ein Empfangsbeginn des Systems kann detektiert werden, wenn der Systembetrieb während der Übertragung von dem Grundsystem der NC-Einheit 1

gestoppt wird, oder wenn eine Störung wie Kabeltrennung oder Drahtbruch auftritt, wird der Ausgang von der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 rückgesetzt, und es kann ein System mit hoher Zuverlässigkeit erhalten werden.

Die Fig. 12A bis 12F zeigen einen Übertragungs-/Empfangsrahmen in jedem Modus, dabei zeigt Fig. 12A einen Übertragungsrahmen von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 zu der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 in On-line-Kommunikationsmodus; Fig. 12B zeigt einen Übertragungsrahmen von der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 zu dem Grundsystem der NC-Einheit 1 im On-line-Kommunikationsmodus; Fig. 12C zeigt einen Übertragungsrahmen von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 zu der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 im Off-line-Statuskommunikationsmodus; Fig. 12D zeigt einen Übertragungsrahmen von der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 zu dem Grundsystem der NC-Einheit 1 im Off-line-Statuskommunikationsmodus; Fig. 12E zeigt einen Übertragungsrahmen von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 zu der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 im Schleifenmodus; und Fig. 12F zeigt einen Übertragungsrahmen von der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 zu dem Grundsystem der NC-Einheit 1 im Schleifenmodus.

In jedem der obigen Übertragungsrahmen bezeichneten Do #1 bis #5 jeweils Übertragungsdaten (Ausgangsdaten) zu der verteilten Fern-E/A-Einheit 2; Di #0 bis #3 bezeichnen jeweils Übertragungsdaten (Eingangsdaten) zu dem Grundsystem der NC-Einheit 1; ID bezeichnet einen Typ-ID-Code für die verteilte Fern-E/A-Einheit 2; ID 01 bezeichnet Vorgabedaten für andere verteilte Fern-E/A-Einheit 2; und ID 02 und ID 03 bezeichnen jeweils einen Reservierungsbereich für andere Statusdaten für die verteilte Fern-E/A-Einheit 2.

Die Datenkonfiguration aller obigen Rahmen ist identisch, und nur ein Headermuster in jedem Rahmen ist verschieden, so daß die zeitliche Steuerung für das Grundsystem der NC-Einheit 1 und die verteilte Fern-E/A-Einheit 2 leicht ausführt ist.

Ein Headermuster besteht beispielsweise aus 16 Bits, FF00 bis FF0F im normalen Übertragungsmodus von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 zu der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 zugeordnet sind; konkret sind 4900 bis 490F einem Headermuster für die Übertragung von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 zu der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 im Off-line-Statuskommunikationsmodus zugeordnet, 4C00 bis 4C0F aus demjenigen zur Übertragung von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 zu der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 im Schleifenmodus zugeordnet, 5200 bis 520F demjenigen zur Bezeichnung eines normalen Empfangs durch eine verteilte Fern-E/A-Einheit von jeder verteilten Fern-E/A-Einheit zu dem Grundsystem der NC-Einheit 1 zugeordnet, und 4500 bis 450F demjenigen für das Auftreten eines Empfangsfehlers in der verteilten Fern-E/A-Einheit während der Übertragung von 4500 von jeder verteilten Fern-E/A-Einheit zu dem Grundsystem der NC-Einheit 1 zugeordnet.

Dabei wird ebenso wie bei der Übertragung von je-

schaltsystem. Bei der Übertragung von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 werden, wie die Fig. 13A und 13B zeigen, ein System mit großem Ende (Big Endian System), das das höchstwertige Bit als Headerbit hat, und ein System mit kleinem Ende (Little Endian System), das das niedrigstwertige Bit als Headerbit hat, selektiv dadurch realisiert, daß eine Reihenfolge geändert wird, wenn ein Übertragungsrahmen aus dem Übertragungsdatenpaar (Zwischenspeicher 301) in der Kommunikationssteuerungseinrichtung des Grundsystems der NC-Einheit 1 aufgegeben wird.

Wenn das Grundsystem der NC-Einheit 1 ein Signal empfängt, wie in den Fig. 13C und 13D gezeigt ist, werden das System mit großem Ende mit dem höchstwertigen Bit als Headerbit und das System mit kleinem Ende mit dem niedrigstwertigen Bit als Headerbit selektiv dadurch realisiert, daß die Reihenfolge geändert wird, wenn Empfangsdaten in den Empfangsdatenpaar (Zwischenspeicher 401) in der Kommunikationssteuerungseinrichtung in dem Grundsystem der NC-Einheit 1 eingelesen werden.

Die oben beschriebene Wahl des Datenfelds wird nach Maßgabe eines Eingangssignals der Kommunikationssteuerungseinrichtung 103 in dem Grundsystem der NC-Einheit 1 entschieden, und die eigentliche Operation wird von dem Multiplexer 314, der in Fig. 3 gezeigt ist, sowie der in den Fig. 4A und 4B gezeigten Empfangs-/Zwischenspeicher-Schaltung 410 ausgeführt. Ein- und Ausgang der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 und aus dem Grundsystem der NC-Einheit 1 sind über ein Kabel mit einer maschinenseitigen Lastverteilung verbunden, und in diesem Fall kann die Bedeutung eines Signals manchmal entsprechend einer Kontaktschalt-Überstimmung in einem Verbindungs-Kabelanschluß in der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 unterschieden werden, aber in diesem Fall kann eine einfache Reaktion auf unterschiedliche Typen dadurch erfolgen, daß das Datenfeld zwischen dem System mit großem Ende und dem System mit kleinem Ende umgeschaltet wird, und außerdem kann die verteilte Fern-E/A-Einheit 2 mit dem Grundsystem der NC-Einheit 1 verbunden werden, ohne daß eine Einschaltung durch das Endsystem einer MPU in dem Grundsystem der NC-Einheit 1 erfolgt.

Fig. 14 ist ein Zeitdiagramm einer Operation für die MPU in dem Grundsystem der NC-Einheit 1, wobei geprüft wird, ob die verteilte Fern-E/A-Einheit abgeschlossen ist oder nicht. In Fig. 14 bedeuten XADRO bis XADR2 jeweils ein Signal, das einen Zustand eines Zählers zum Erzeugen eines Headermusters eines Übertragungsrahmens bezeichnet, XMT-DATA bedeutet ein Übertragungsdatenpaar, TXST\* bezeichnet ein IN-Empfangsdatenpaar, RXCV-DATA bezeichnet ein IN-Empfangsdatenpaar, und RXST\* bezeichnet ein IN-Empfangsdatenpaar. Es ist zu beachten, daß das Signal TXST\* das gleiche wie IN-XMT in Fig. 3 ist und das Signal RXST\* das gleiche wie IN-RXCV in Fig. 5 ist. Die Prüfung, ob eine verteilte Fern-E/A-Einheit abgeschlossen worden ist, wird von einer Schaltung ausgeführt, in der als ein Status ein Prüfresultat nach Übertragung von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 dahingehend, ob ein Empfangsrahmen von der entsprechenden verteilten Fern-E/A-Einheit 2 anwesend ist, gespeichert ist, weil die Übertragung von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 zu der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 in einem Intervall ausgeführt wird, das durch den Übertragungs-HDL-Startzeitgeber 311 (Fig. 3) bezeichnet wird.

In der Kommunikationssteuerungseinrichtung 102 in dem Grundsystem der NC-Einheit 1 wird also ein Headermuster für einen Übertragungsrahmen dadurch erzeugt, daß Signale XADRO bis XADR2, die jeweils einen Zustand eines Zählers bezeichnen, inkrementiert werden zum Erzeugen eines Headermusters eines von dem Adreßmustererzeuger 306 (siehe Fig. 3) für jede Übertragung erzeugten Übertragungsrahmens, und die Signale XADRO bis XADR2 werden in eine in Fig. 15 gezeigte Übertragungsdatenpaar-Decodierschaltung 811 eingegeben, um zu einem Zeitpunkt in einer Flipflop-Schaltung 812, die in Fig. 16 gezeigt ist, die Übertragung abzubrechen zu setzen.

Nur dann, wenn ein Signal von der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 empfangen wird, wird die Flipflop-Schaltung 812 rückgesetzt, und wenn die Übertragung zu der nächsten verteilten Fern-E/A-Einheit 2 komplett ist, wird ein Zustand der Flipflop-Schaltung 812 in der Flipflop-Schaltung 813 der nächsten Stufe gespeichert. Bei dieser Konfiguration wird ein Ergebnis der Prüfung gespeichert, ob eine Antwort auf jede Übertragung von der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 zurückgeleitet wurde, und die MPU 101 in dem Grundsystem der NC-Einheit 1 kann einen Verbindungsstatus der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 prüfen.

Bei dieser Konfiguration kann das Grundsystem der NC-Einheit 1 exakt bestimmen, ob jede verteilte Fern-E/A-Einheit dann eingebaut worden ist. Es ist zu beachten, daß in den Fig. 15 und 16 RSTL\* ein internes Rücksetzsignal in der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 ist, das die Kommunikationssteuerungseinrichtung bezeichnet, und das vorherige Setzen der Flipflop-Schaltungen 812 und 813 wird gemäß diesem Signal ausgeführt. Ferner bezeichnet XADR #1 ein Signal, das anzeigt, daß die Übertragung zu einer verteilten Fern-E/A-Einheit 2, die eine Einheitennummer #1 hat, gerade ausgeführt wird, XADR #1+1 bezeichnet ein Signal, das anzeigt, daß die Übertragung zu der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 mit der Einheitennummer #1+1 gerade ausgeführt wird, und LINE CONNECT #1 bezeichnet ein Statussignal, das anzeigt, ob jede verteilte Fern-E/A-Einheit 2 abgeschlossen ist, und ist dasselbe wie CONNECTION STATUS, das in Fig. 5 gezeigt ist.

Fig. 17 zeigt eine Hardwarekonfiguration zum Umschalten zwischen dem Off-line-Statuskommunikationsmodus und dem On-line-Kommunikationsmodus. Diese Modusumschaltungseinrichtung umfaßt einen Decoder 901, der von der MPU 101 ein Adreß- und ein Steuersignal erhält, eine Flipflop-Schaltung 902 zum Speichern eines Moduswählers, eine Flipflop-Schaltung 903 zum Speichern eines Moduswählers, eine Flipflop-Schaltung 904, 905 zur Unterscheidung einer Adreß- und einer Moduswählersignale, eine Flipflop-Schaltung 907 zum Speichern eines Statusbits, ein UND-Glied 908 zur Bildung eines logischen Produkts aus einem Gesamter Fern-E/A-Empfangsdatenpaar-Signal und einem Gesamter Fern-E/A-Empfangsdatenpaar-Signal, ein EXklusiv-ODER-Glied 909 und ein Nichtglied 910.

Setzen/Rücksetzen des Moduswählers wird von der MPU 101 ausgeführt, indem Daten in einer bestimmten Adresse eingeschrieben werden. Wenn dabei die MPU 101 Daten in einer bestimmten Adresse (NC-Einheit MPU-Datenpaar = 1) einschreibt, wird die bestimmte Adresse von dem Decoder 901 decodiert. Dieses Signal wird als CLK für die Flipflop-Schaltung 902 eingeschrieben, um das Moduswählersignal zu speichern. MPU-MODUS wird aktiviert, und das Signal MPU-MODE wird von

einem Niedrig- bzw. L-Pegel auf einen Hoch- bzw. H-Pegel gebracht.

Wenn dagegen die MPU 101 das Einschreiben von Daten in eine bestimmte Adresse (NC-Einheit MPU-Datenregister = 0) ausführt, während das Signal MPU-MODE den H-Pegel hat, wird der MPU-Modus aktiviert, und das Signal MPU-MODE wird vom H-Pegel auf den L-Pegel gebracht.

Wenn das Signal MPU-MODE zu dem in Fig. 18 gezeigten Zeitpunkt gesetzt ist, wird das Signal MPU-MODE in die Flipflop-Schaltung 904 abgerufen, um eine Änderung in dem Modus synchronisier-Wahlsignal bei der letzten Transaktion des Bezugszyklus-Taktsignals zu unterscheiden, und das Signal SYNC-MODE geht vom L-Pegel auf den H-Pegel. Dieses Signal SYNC-MODE ändert sich bei der Unterbrechung der Zykluszeit, so daß es mit der Übertragung zu einer ersten verteilten Fern-E/A-Einheit 2 von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 synchronisiert wird.

Wenn das Signal SYNC-MODE in den Adreßmuster-generator 306 (siehe Fig. 3) eingegeben wird, wird die Umschaltung eines Headermusters zwischen dem Off-line- und dem On-line-Kommunikationsmodus ausgeführt.

Das Setzen des Statusbits wird ausgeführt, nachdem das Signal SYNC-MODE umgeschaltet ist, wenn von sämtlichen verteilten Fern-E/A-Einheiten 2 eine Antwort zurückgekommen ist, die das Ende des normalen Empfangs bezeichnet.

Wenn man annimmt, daß in der ersten Zykluszeit, nachdem das Signal SYNC-MODE vom L-Pegel auf den H-Pegel gebracht wurde, ein CRC-Fehler in der Übertragung von irgendeiner verteilten Fern-E/A-Einheit 2 erzeugt wird und die Übertragung von sämtlichen verteilten Fern-E/A-Einheiten in der nächsten Zykluszeit normal durchgeführt wird, wird ein zeitlicher Abstand zwischen dem Signal SYNC-MODE und dem Signal STS-FIN zur doppelten Zykluszeit C.

Bei den oben beschriebenen Operationen kann die MPU 101 in dem Grundsystem der NC-Einheit 1 zwischen dem Off-line-Statuskommunikationsmodus und dem On-line-Kommunikationsmodus umgeschaltet werden und kann nur mit dem Statustbit bestimmen, daß empfangene Daten von sämtlichen verteilten Fern-E/A-Einheiten 2 umgeschaltet worden sind. Dieses Merkmal bietet den Vorteil, daß die Verarbeitungszeit durch die MPU verkürzt wird.

Außerdem wird der Betriebsstatus zu einem Übertragungsrahmen für die Statusanforderungs-Synchronisation mit der Übertragung zu einer ersten Einheit umgeschaltet, so daß es möglich ist zu verhindern, daß auf der Seite des Grundsystems der NC-Einheit ein Status als normale Eingabe betrachtet wird.

In der Kommunikationssteuerungseinrichtung 102 in dem Grundsystem der NC-Einheit 1 wird nach dem Einschalten des Systems oder dem Rücksetzen des Systems zunächst der Off-line-Statuskommunikationsmodus automatisch vorgegeben, und die Übertragung wird sequentiell mittels Zeitmultiplexsteuerung ausgeführt, so daß ein Übertragungsrahmen, der einen Off-line-Status zu den verteilten Fern-E/A-Einheiten anfordert, jeder verteilten Fern-E/A-Einheit entspricht.

Wenn die Übertragung im Off-line-Statuskommunikationsmodus im Normalzustand beendet ist, wird der On-line-Kommunikationsmodus für die normale Eingabe/Ausgabe vorgegeben.

In jedem Kommunikationsmodus ist ein Zeitintervall für die Rahmenübertragung mit einem Konstantwert

vorgegeben, der durch den Empfangs-HDL-Code-Zeitgeber 311 bezeichnet ist, wobei eine Zeitdauer für einen Empfangsrahmen von der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 berücksichtigt wird, so daß die Übertragung zu jeder verteilten Fern-E/A-Einheit 2 mit einem bestimmten Zeitintervall nach Eingabe eines Taktsignals in die Kommunikationssteuerungseinrichtung 102 wiederholt wird.

Wenn dabei die Kommunikationssteuerungseinrichtung 130 in der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 entsprechend einem Headermuster eines Übertragungsrahmens flut auf die Einheit bezogenes Headermuster detektiert, flut die Einheit automatisch die ID-Daten für die verteilte Fern-E/A-Einheit 2 nach besonderem Empfang ein und sendet den Übertragungsrahmen zu dem Grundsystem der NC-Einheit 1 mit einer Spanne einer bestimmten Dauer, die von einem Hardware-Zeitgeber in dem Übertragungs-HDL-Code-Sequenz 310 vorgegeben ist. Die bezeichnete Zeitdauer kann dabei einige Byte-Längen in einem Übertragungs/Empfangs-Rahmen sein.

Da die Rahmenübertragung für das Grundsystem der NC-Einheit 1 von einem Hardware-Zeitgeber in der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 gesteuert wird, ist eine Softwaresequenz durch eine MPU in einer verteilten Fern-E/A-Einheit zum Prüfen der Vollständigkeit des Rahmenempfangs von einem Grundsystem einer Steuereinheit, die bei der herkömmlichen Technologie benötigt wird, nicht erforderlich, so daß der Aufbau des Systems vereinfacht wird.

Software in dem Grundsystem der NC-Einheit 1 kann Daten für externe Einrichtungen durch die verteilte Fern-E/A-Einheit 2 auslesen, so daß Software auf der Seite des Grundsystems der NC-Einheit 1 wahrscheinlich Daten in einem Fall auslesen kann, in dem eine externe Einrichtung direkt mit einem Datenbus in der MPU 101 verbunden ist, ohne daß die Operation zum Datenempfang durch serielle Kommunikation wahrgenommen wird, indem Steuerbefehle und Parameter in den Zwischenspeicher 301 der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 eingeschrieben und die in den Zwischenspeicher 401 eingeschriebenen Daten auslesen werden und zwar innerhalb einer bestimmten Dauer, die von dem Hardware-Zeitgeber vorgegeben ist.

Bei dieser Konfiguration braucht Software in dem Grundsystem der NC-Einheit 1 keine spezifische Operation zur Eingabe von Daten unter Anwendung der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 auszuführen, so daß die Softwareverarbeitung in dem Grundsystem der NC-Einheit 1 einfacher wird.

Die Kommunikationssteuerungseinrichtung 102 in dem Grundsystem der NC-Einheit 1 ist zum Empfang während einer Periode bereit, in der kein Übertragungsrahmen übertragen wird, und führt einen Empfang nur aus, wenn ein Übertragungsrahmen von der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 gesendet wird.

Die Kommunikationssteuerungseinrichtung 102 in dem Grundsystem der NC-Einheit 1 hat einen Kommunikationsdatenspeicher (Zwischenspeicher 301) mit einer Kapazität, die einer Anzahl von verteilten Fern-E/A-Einheiten entspricht, und ein Empfangsdatspeicher (Zwischenspeicher 401) überträgt die Daten nach Maßgabe eines Übertragungsdatenspeichers, der die Daten zu einem Übertragungsrahmen entsprechend einem Headermuster aufbaut, und wenn noch beider Übertragungsrahmen empfangen wird, wird der Übertragungsrahmen in einem dem Headermuster entsprechenden Empfangsrahmen empfangen und wird, wenn die Empfangsdatspeicher gespeichert.

Dabei wird ein Headermuster für einen Übertragungsrahmen, der von der verteilten Fern-E/A-Einheit 2

zu dem Grundsystem der NC-Einheit 1 übertragen wird, in nur zwei Arten unterteilt: ein Headermuster, das anzeigt, daß bei der Übertragung von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 zu der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 ein CRC-Fehler erzeugt worden ist, und ein Headermuster, das anzeigt, daß die verteilte Fern-E/A-Einheit 2 einen Übertragungsrahmen im Normalzustand empfangen hat, und die Kommunikationssteuerungseinrichtung 102 in dem Grundsystem der NC-Einheit 1 bestimmt automatisch zu einem Zeitpunkt nach dem Empfang von welcher Nummer von verteilter Fern-E/A-Einheit 2 der Übertragungsrahmen gesendet wurde, und speichert den Übertragungsrahmen in den entsprechenden Empfangsdatspeicher.

Wenn während des Datenempfangs durch die verteilte Fern-E/A-Einheit 2 ein CRC-Fehler auftritt, setzt die Kommunikationssteuerungseinrichtung 130 in der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 die empfangenen Daten nicht in den Abgabeteil und bricht die empfangenen Daten automatisch ab. Durch dieses Merkmal wird die Zuverlässigkeit gegenüber einer Rauschen aufweisenden Umgebung auf einem Übertragungsweg verbessert.

Durch Senden eines Übertragungsrahmens mit einem Headermuster, das anzeigt, daß während des Empfangs von der Kommunikationssteuerungseinrichtung 130 in der verteilten Fern-E/A-Einheit ein CRC-Fehler aufgetreten ist, zu dem Grundsystem der NC-Einheit 1 kann die Kommunikationssteuerungseinrichtung 102 in der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 ebenfalls einen CRC-Fehlerstatus setzen, der jeder verteilten Fern-E/A-Einheit 2 entspricht, und dann liest die MPU 101 in dem Grundsystem der NC-Einheit 1 den Status aus, bestimmt, daß irgendeine Systemstörung aufgetreten ist, wenn der die Erzeugung eines CRC-Fehlers bezeichnende Status für eine bestimmte Anzahl von Malen oder häufiger detektiert wird, zeigt die Systemstörung auf der Displayeinheit 3 im dem Grundsystem der NC-Einheit 1 an und hält den Betrieb des Systems an. Durch dieses Merkmal wird die Zuverlässigkeit des Systems verbessert.

Wenn die verteilte Fern-E/A-Einheit 2 einen normalen Rahmen von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 empfängt, gibt die verteilte Fern-E/A-Einheit 2 Daten in einem Befehlteil der Empfangsdaten als ein Hardware-Steuersignal und außerdem Daten in einem Parameter-Teil der Empfangsdaten als ein Datensignal zu der Ausgangssteuerungseinrichtung ab und veranlaßt Hardware, die der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 hinzugefügt ist, zum Betrieb. Außerdem gibt die verteilte Fern-E/A-Einheit 2 ein Resultat des Hardware-Betriebs in einen Übertragungsrahmen ein und überträgt es zu einem bestimmten Zeitpunkt zu dem Grundsystem der NC-Einheit 1.

Fig. 19 zeigt einen Operationsablauf des Grundsystems der NC-Einheit 1 entsprechend dem vorliegenden Steuerungsverfahren. Beim Start des Systembetriebs führen, wie oben beschrieben, die Kommunikationssteuerungseinrichtung 102 in dem Grundsystem der NC-Einheit 1 und die Kommunikationssteuerungseinrichtung 130 in der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 automatisch die Off-line-Statuskommunikation aus und speichern Statusdaten in der Kommunikationssteuerungseinrichtung 102 des Grundsystems der NC-Einheit 1 (Schritt S50).

Im Off-line-Statuskommunikationsmodus werden Übertragungsrahmen für den Off-line-Statuskommunikationsmodus, die jeweils ein Headermuster entsprechend dem in jeder verteilten Fern-E/A-Einheit 2 eingebauten Schalter 134 (siehe Fig. 12C) enthalten, aufeinanderfolgend von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 zu jeder verteilten Fern-E/A-Einheit 2 übertragen, und je-

de verteilte Fern-E/A-Einheit 2, die dem Übertragungsrahmen entspricht, sendet einen Übertragungsrahmen, der den Typ der Einheit betreffende Daten enthält, zu dem Grundsystem der NC-Einheit 1 (siehe Fig. 12D), so daß der Typ der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 entsprechend einem in der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 eingebauten Schalter von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 erkannt werden kann.

Bei dieser Art von Off-line-Statuskommunikation kann das Grundsystem der NC-Einheit 1 einen Typ der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 erkennen und sicher im Off-line-Statuskommunikationsmodus laufen, wenn der Systembetrieb gesteuert wird, so daß ein abnormaler Betrieb des Systems jederzeit verhindert werden kann.

Ebenso können Daten betreffend einen Typ jeder verteilten Fern-E/A-Einheit 2 automatisch in einer Kommunikationssteuerungseinrichtung des Grundsystems der NC-Einheit 1 im Off-line-Statuskommunikationsmodus gesammelt werden, und zwar ungeachtet eines MPU-Betriebs in dem Grundsystem der NC-Einheit 1, so daß der Verbindungszustand des Systems rasch erkannt und eine dem System entsprechende Steuerung rasch ausgeführt werden kann.

Auch kann der Systembetrieb im Off-line-Statuskommunikationsmodus automatisch und unabhängig von Software in dem Grundsystem der NC-Einheit 1 gesteuert werden, so daß im Fall einer fehlerhaften Verbindung die Ausführung einer fehlerhaften Ausgabe zu der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 verhindert werden kann, was den Aufbau eines hochzuverlässigen Systems ermöglicht.

Nach dem Einschalten tritt außerdem die Kommunikationssteuerungseinrichtung 102 in dem Grundsystem der NC-Einheit 1 automatisch in den Off-line-Statuskommunikationsmodus und überträgt automatisch Übertragungsrahmen für aufeinanderfolgende Statusanforderungen zu der verteilten Fern-E/A-Einheit 2, so daß die MPU 101 in dem Grundsystem der NC-Einheit 1 nur einen Status jeder verteilten Fern-E/A-Einheit 2, der in die Kommunikationssteuerungseinrichtung 102 abgerufen wird, prüfen muß, was eine einfache Softwareverarbeitung in dem Grundsystem der NC-Einheit 1 erlaubt.

In diesem Off-line-Statuskommunikationsmodus ist ein Ausgangssignal von der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 dasselbe wie das, welches bei der vorliegenden Operation genutzt wurde, und wird nicht auf neu übertragene Daten aktualisiert, und die von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 übertragenen Daten werden in der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 nicht genutzt. Selbst wenn also die MPU 101 in dem Grundsystem der NC-Einheit 1 falsche Ausgangsdaten an die verteilte Fern-E/A-Einheit 2 beim Start des Systembetriebs übermittelt, werden daher die Daten nicht in jeder verteilten Fern-E/A-Einheit 2 ausgegeben, was die Konstruktion eines hochzuverlässigen Systems ermöglicht.

In dem Speicher 103 des Grundsystems der NC-Einheit 1 sind Daten gespeichert, die die Einheitennummer der verteilten Fern-E/A-Einheiten 2, die mit dem Grundsystem der NC-Einheit 1 verbunden sind, sowie den Typ der verteilten Fern-E/A-Einheit, der jeder Einheitnummer entspricht, betreffen, und im Off-line-Statuskommunikationsmodus unmittelbar nach dem Beginn des Systembetriebs vergleicht die MPU 101 in dem Grundsystem der NC-Einheit 1 Statusdaten, die in einem Übertragungsrahmen von der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 enthalten sind, mit in dem Speicher 103 gespeicherten Daten, und wenn zwischen den beiden oben beschriebenen Datenarten ein Unterschied be-

steht, wird ein Alarm abgegeben. Dieser Alarm kann eine Anzeige auf der Displayeinheit 3 oder das Anhalten des Systembetriebs sein.

Einen Typ betreffende Daten umfassen eine Differenz zwischen der Anzahl Ein- oder Ausgänge in jeder verteilten Fern-E/A-Einheit, spezifische Funktionen (wie etwa A/D, D/A, Impulszahlungs-/F, Impulsabgabe-/F, verteilte Signal-E/A oder dergleichen) und eine Differenz zwischen der Beziehung von Eingangssignalen und derjenigen von Ausgangssignalen (wie Gleichstrom, Wechselstrom, Spannung, Strom oder dergleichen).

Eine die Typendaten betreffende Differenz umfaßt Informationen, die beispielsweise die Tatsache betreffen, daß eine Anzahl von Eingängen und Ausgängen, die von einer Werkzeugmaschine gefordert werden, nicht mit einer Anzahl von Eingängen und Ausgängen zu bzw. von der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 identisch ist, wenn das Grundsystem der NC-Einheit 1 den Betrieb der Werkzeugmaschine durch Steuerung der Ein- und Ausgabe zu und von der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 steuert, oder daß Parameter wie eine maschinenseitige Gleichspannungs- oder -stromvorgabe nicht mit einer Anzahl von Eingängen und Ausgängen zu und von der verteilten Fern-E/A-Einheit übereinstimmen.

Bei Ausführung des On-line-Systembetriebs, wobei die Datenarten verschieden gehalten werden, kann eine Werkzeugmaschine manchmal im erigenannten Fall nicht korrekt gesteuert werden, wogegen im letztgenannten Fall Schaltungen in dem Grundsystem der NC-Einheit 1 und einer Werkzeugmaschine beschädigt werden können, was für den Systembetrieb nachteilig ist.

Wenn daher die Art der Daten vorteilhaft ist, wird von einem Bediener ein Alarmsystem aktiviert, und der Betrieb des On-line-System wird nicht ausgeführt.

Wenn diese Alarmanzeige erscheint, kann ein Bediener innerhalb kurzer Zeit erkennen und verstehen, warum das System nicht normal arbeitet.

Wie oben beschrieben, ist es möglich, einen Typ der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 zu erkennen, so daß in dem anschließend On-line-Kommunikationsmodus das Grundsystem der NC-Einheit 1 die Ein- und Ausgabe nach Maßgabe eines Typs der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 steuern kann und eine Anzahl von Typen von verteilten Fern-E/A-Einheiten erhöht, wodurch es möglich ist, auf flexible Weise ein System aufzubauen, das einem zu steuern Maschinen Typ entspricht.

Wie oben beschrieben, wird der Verbindungszustand der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 analysiert, und das Ergebnis wird auf der Displayeinheit 3 angezeigt (Schritt S51).

Dann schaltet die MPU 101 in dem Grundsystem der NC-Einheit 1 den Betriebsmodus in den On-line-Kommunikationsmodus um, bereitet On-line-Übertragungsrahmen vor (siehe Fig. 12A) (Schritt S52), überträgt dann nacheinander die On-line-Übertragungsrahmen zu jeder verteilten Fern-E/A-Einheit 2 (Schritt S53), empfängt On-line-Empfangsrahmen (siehe Fig. 12B) von jeder verteilten Fern-E/A-Einheit 2 (Schritt S54) und analysiert den Empfangszustand (Empfang komplett, Empfangsfehler) und die Empfangsdaten in jedem Zyklus (Schritt S55). Dann wird die Sequenz von Schritt S52 bis Schritt S55 wiederholt.

Die Umschaltung zwischen dem On-line-Kommunikationsmodus und dem Off-line-Statuskommunikationsmodus wird ausgeführt durch Aktualisierung eines Headermusters für einen Rahmen, der von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 zu der verteilten Fern-E/A-Ein-

heit 2 zu übertragen ist, und die Kommunikationssteuer-einrichtung 130 in der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 detektiert eine Differenz eines Headermusters und wählt normale Eingabe im On-line-Statuskommunikationsmodus nach Maßgabe eines auf der Differenz basierenden Moduswählsignals.

Die Kommunikationssteuer-einrichtung 103 in dem Grundsystem der NC-Einheit 1 speichert die Statusdaten von jeder verteilten Fern-E/A-Einheit 2 in dem oben beschriebenen Off-line-Statuskommunikationsmodus und Eingangsdaten für jede verteilte Fern-E/A-Einheit 2 im On-line-Kommunikationsmodus gemeinsam in dem Zwischen-speicher 401.

Durch Nutzung des Zwischen-speichers 401, und zwar eines Empfangsdatenspeicherteils, der im Grundsystem der NC-Einheit 1, sowohl im Off-line-Statuskommunikationsmodus als auch im On-line-Kommunikationsmodus ist, ist es möglich, die Hardware-Konfiguration der Kommunikationssteuer-einrichtung 103 in dem Grundsystem der NC-Einheit 1 zu minimieren, so daß die Hardware billig sein kann.

Der Off-line-Statuskommunikationsmodus und der On-line-Kommunikationsmodus sind nicht gleichzeitig wirksam, und wenn der Systembetrieb gestartet wird, ist noch nicht bekannt, welche Art von verteilter Fern-E/A-Einheit 2 mit dem Grundsystem der NC-Einheit 1 verbunden ist, so daß bei Umschaltung des Betriebsmodus, nachdem der Betriebsstatus als normal erkannt worden ist, in den On-line-Kommunikationsmodus unter Nutzung des Zwischen-speichers 401 als Speicher-einrichtung, um darin Statusdaten zu speichern, die von der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 übertragen wurden, der Zwischen-speicher 401 als ein Eingangsdatenspeicher für die gewöhnliche verteilte Fern-E/A-Einheit 2 genutzt wird.

Die Konfiguration eines Übertragungsrahmens von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 zu der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 im Off-line-Statuskommunikationsmodus ist die gleiche wie im On-line-Kommunikationsmodus, und der Off-line-Statuskommunikationsmodus wird zum On-line-Kommunikationsmodus oder umgekehrt umgeschaltet nach Maßgabe einer Differenz eines Headermusters, so daß die Schaltungs-konfiguration in dem Grundsystem der NC-Einheit 1 und der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 verläuft werden kann.

Ferner kann die Ausgabe von der verteilten Fern-E/A-Einheit im Off-line-Statuskommunikationsmodus ebenso wie im On-line-Kommunikationsmodus ausgeführt werden, so daß selbst bei laufendem System der Betriebsmodus vorübergehend in den Off-line-Statuskommunikationsmodus geändert und der Verbindungsmodus überwacht und das Ergebnis auf der Displayeinheit 3 überwacht und das Ergebnis auf der Displayeinheit 3 ausgeben kann.

Auch wird eine Differenz eines Headermusters detektiert, und ein Wählsignal für den Off-line-Statuskommunikationsmodus oder den On-line-Kommunikationsmodus wird nach außen abgegeben, so daß die Umschaltung zwischen der normalen Eingabe und der Statusangabe nach Maßgabe eines Wählsignals ausgeführt werden kann, wodurch die Schaltungs-konfiguration einer verteilten Fern-E/A-Einheit vereinfacht wird.

Fig. 20 zeigt ein Prüfverfahren zum Prüfen eines verteilten Fern-E/A-Einheit-Statussystems. Bei diesem Prüfverfahren ist ein Ausgabeteil jeder verteilten Fern-

E/A-Einheit 2 mit einem Eingabeteil einer anderen verteilten Fern-E/A-Einheit 2 durch eine Ein/Ausgabe-Signalleitung 961 verbunden, so daß verteilte Fern-E/A-Einheiten in einer Art geschlossener Schleife miteinander verbunden sind.

In Fig. 20 sendet REMOTE-IO #0 einen Übertragungsrahmen von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 ein Signal #1234 abzugeben, und anschließend wird von REMOTE-IO #1 ein Signal #2345 abgegeben.

Wenn jede verteilte Fern-E/A-Einheit 2 wie in Fig. 20 gezeigt eingeschlossen ist, werden Daten, die das Grundsystem der NC-Einheit 1 von REMOTE-IO #0 empfängt zu #89AB, und Daten, die das Grundsystem der NC-Einheit 1 von REMOTE-IO #1 empfängt, werden zu #1234. Wie oben beschrieben, wird eine Systemprüfung durchgeführt durch Eingabe eines Ausgangssignals von der verteilten Fern-E/A-Einheit 2, die eine bestimmte Einheitsnummer hat, in eine andere verteilte Fern-E/A-Einheit 2 und Vergleich der Daten mit erwarteten Daten in einer MPU in dem Grundsystem der NC-Einheit 1. Wenn diese Operation ausgeführt wird, kann ein Systemtest leicht und exakt durchgeführt werden.

Um zu prüfen, ob alle Ein- und Ausgänge zu und von der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 normal sind, kann ein Test ausgeführt werden, indem für jede Einheitsnummer ein Ausgangssignal geändert wird.

Fig. 21 zeigt Hardware-Konfiguration für die Abgabe einer Analogspannung. Die Analogspannung-Abgabe-einrichtung hat einen D/A-Wandler 952 zum Empfang von Ausgangssignalen D00 bis D31 von der Kommunikationssteuer-einrichtung 130 in der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 und einen Operationsverstärker 953 zur Bildung einer analogen Ausgangsspannung.

Fig. 22 zeigt die Hardware-Konfiguration für die Analogspannungseingabe. Die Analogspannung-Eingabe-einrichtung umfaßt eine Abtast-/Halteschaltung 953, A/D-Wandler 954, der mit der Abtast-/Halteschaltung 953 verbunden ist, und der A/D-Wandler 954 gibt Eingangssignale D10 bis D31 in die Kommunikationssteuer-einrichtung 130 der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 ein.

Was die Analogspannung-Ausgabe betrifft, so werden ebenso wie im Fall der Digitaldaten die von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 übertragenen Digitaldaten von der Kommunikationssteuer-einrichtung 130 in der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 ausgegeben, und wenn die Ausgangssignale in dem D/A-Wandler 951 eingegabene werden, wird von dem D/A-Wandler 951 ein analoger Ausgang erhalten. Während des Normalbetriebs wird ferner das Ausgangssignal vom D/A-Wandler 951 in einen Operationsverstärker 952 eingegeben, hinsichtlich des Verstärkungsfaktors eingestellt und an eine externe Vorrichtung ausgegeben.

Was die Analogspannungseingabe betrifft, so wird eine Analogspannungseingabe von der Abtast-/Halteschaltung 953 abgetastet und dann von dem A/D-Wandler 954 in Digitaldaten umgewandelt, und dann werden die Digitaldaten in die Kommunikationssteuer-einrichtung 130 in der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 eingegeben und dann zu dem Grundsystem der NC-Einheit 1 übertragen.

Somit werden im Fall der Ein- und der Ausgabe einer Analogspannung im wesentlichen Digitaldaten behandelt, so daß weder ein Befehl noch ein Trigger erforderlich sind.

Da die Analogspannung-Ausgabe und die Analogspannung-Eingabe in der verteilten Fern-E/A-Einheit 2

behandelt werden kann, ist eine Schnittstelle mit einer Werkzeugmaschine in jedem Fall über die verteilte Fern-E/A-Einheit 2 vorgesehen, und aus diesem Grund ist es nicht notwendig, eine analoge Schnittstelle in dem Grundsystem der NC-Einheit 1 vorzusehen, so daß die Größe des Grundsystems der NC-Einheit verringert werden kann.

Selbst wenn auf einer langen Signalleitung von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 kein Analogsignal, das leicht von externem Rauschen beeinflusst wird, übertragen wird, kann eine verteilte Fern-E/A-Einheit 2 nahe einer Vorrichtung vorgesehen sein, die eine Analogspannung- oder Analogausgangs-Schnittstelle erfordert und mit einer kurzen Signalleitung verbunden ist, so daß ein System gebaut werden kann, das durch externes Rauschen kaum beeinträchtigt wird.

Fig. 23 zeigt eine Kommunikationssteuer-einrichtung in der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 und eine damit verbundene Hardware-Steuerung, die eine bestimmte Funktion ausübt. Wenn die Kommunikationssteuer-einrichtung 201 in der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 Übertragungsdaten von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 empfängt, wie in Fig. 24A gezeigt ist, ändert die Kommunikationssteuer-einrichtung 201 Wählsignale #0, #1 zu CS #0, CS #1, Signale READ #0, #1 zu READ #0, #1, Signale WRITE #0, #1 zu WRITE #0, #1, Rücksetz-Signale #0, #1 zu Signalen RESET #0, #1, Adress-Signale #0, #1 zu Signalgruppen ADDRESS #0, #1, Parameter-Signale #0, #1 zu Signalgruppen D00 bis D07, D010 bis D017 für die Abgabe.

Die Kommunikationssteuer-einrichtung 201 umfaßt eine Zeiteinstellung 202, einen Logischschaltenteil 203, eine Multiplexschaltung 204, einen Ausgabedatenpuffer 205 und einen Eingabedaten-Zwischenspeicher 206, die jeweils damit verbunden sind.

Die Zeiteinstellung 202 erzeugt Taktsignale T00, T1, T2, T3 und T4 unter Synchronisierung mit einem Kommunikationstakt der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 und gibt die Taktsignale an den Logischschaltenteil 203 ab.

Der Logischschaltenteil 203 umfaßt ein NAND-Glied und erzeugt Steuerungssignale zum Lesen und Schreiben (RD0, 1, WR0, 1) aus READ #0, #1, WRITE #0, #1, die von der Kommunikationssteuer-einrichtung 201 abgegeben werden, und Taktsignale T00, T1, T2, T3 und T4, die von der Zeiteinstellung 202 abgegeben werden.

Die Multiplexschaltung 204 wählt Adressen #0, #1, die von der Kommunikationssteuer-einrichtung 201 abgegeben werden, im Zeitmultiplexbetrieb nach Maßgabe eines Taktsignals T00 aus und gibt selektiv entweder die Adresse #0 oder #1 auf die Adressbusleitung 208.

Der Ausgabedatenpuffer 205 empfängt Ausgangssignale D00 bis D07, D010 bis D017, die von der Kommunikationssteuer-einrichtung 201 abgegeben werden, und gibt die Daten auf einen Datenbus 209 nach Maßgabe der Schreibsteuer-Signale WR0, 1.

Der Eingabedaten-Zwischenspeicher 206 empfängt Daten, die von einer Steuer-Schaltung 210 von dem Datenbus 209 abgegeben werden, gemäß Maßgabe der Eingabe von Lese-Signale AD0, 1.

Die Steuer-Schaltung 210 ist eine Hardware-Steuerung, die eine bestimmte Funktion ausübt, und wird nach Maßgabe der Steuer- und Datensignale wie oben beschrieben gesteuert. Mit dieser Steuerung 210 ist ein Adreß-decodierer 211 verbunden, und der Adreß-decodierer 211 erzeugt Signale SEL 0, 1, 2, 3 für die Wahl der Schaltung aus dem Adreßsignal #0 oder #1.

Wenn die in den Fig. 24A und 24B gezeigten Übertragungsdaten als Empfangsdaten RXD in die Kommunikationssteuerungseinrichtung 201 eingegeben werden, werden die Daten im Befehlsfeld als das oben beschriebene Steuersignal ausgegeben. Daten in dem Parameterfeld werden von DO0 bis 7 und DO10 bis 17 abgelesen und in die Steuerungseinrichtung 210, die durch ein Adresssignal bezeichnet ist, durch den Ausgabedatenpuffer 205 im Zeitmultiplexverfahren eingeschrieben. Die Steuerungseinrichtung 210 verarbeitet die eingeschriebenen Daten und gibt ein Verarbeitungsergebnis auf den 16-Bit-Datenbus 209 nach Maßgabe eines Zeitablaufs der Lesesignale RD, 0, 1. Die Daten werden im Zeitmultiplexverfahren in dem Eingabedaten-Zwischenspeicher 206 zwischengespeichert.

Die Kommunikationssteuerungseinrichtung 201 empfängt Signale DIO bis F und D110 bis 1F, die von dem Eingabedaten-Zwischenspeicher 206 eingegeben werden, erzeugt die Empfangsdaten (Antwort) #0 bis #3, wie Fig. 24B zeigt, und überträgt die Daten zu dem Grundsystem der NC-Einheit 1 nach Maßgabe eines Takts für die Kommunikation.

Bei der Initialisierung der Steuerungseinrichtung 210 werden die Signale RESET #0, #1 von der Kommunikationssteuerungseinrichtung 201 an die Steuerungseinrichtung 210 eingegeben, indem Rücksetzsignale #0, #1 für die Übertragungsdaten (Anfrage) vorgegeben werden, so daß die Steuerungseinrichtung 210 initialisiert wird.

Wenn bei dieser Schaltung eine Übertragungsinformation (Anfrage) von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 eingegeben wird, werden mit einer Funktion der Kommunikationssteuerungseinrichtung 201 Befehle und Parameterdaten, wie sie oben beschrieben sind, an die Hardware-Steuerungseinrichtung 201 ausgegeben, und ferner wird das Resultat zyklisch als Empfangsinformation (Antwort) zu dem Grundsystem der NC-Einheit 1 übertragen.

Von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 übertragene Übertragungsdaten werden zu einem Adresssignal, wobei die Information in dem Befehlsfeld derselben 4 Bits des Hardwarewählsignals, ein READ-Signal, ein WRITE-Signal und ein Rücksetz-Signal aufweisen und 8-Bit-Daten in dem Parameterfeld zu einem Ausgangssignaleingegeben werden, wie Fig. 24A zeigt. In Fig. 24A werden Befehl und Parameter zu einer Signalgruppe #0 bzw. #1 für zwei Steuerungseinrichtungen.

Die Fig. 25A bis F zeigen ein Datenformat eines Datenbereichs in einer verteilten Fern-E/A-Einheit.

Fig. 25A zeigt ein Datenformat während der normalen Ein/Ausgabe, und Ausgangsdaten für die Ein/Ausgabe von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 werden zu den verteilten Fern-E/A-Einheiten 2 übertragen. Die Übertragungsdaten werden von der in Fig. 23 gezeigten Kommunikationssteuerungseinrichtung 201 empfangen und die Signale DO0 bis DO1F ausgegeben. Hinsichtlich der Eingabedaten für die Ein/Ausgabe werden die Signale DIO bis D1F in die Kommunikationssteuerungseinrichtung 201 synchron mit einem Zeitablauf für die Kommunikation eingegeben und als Empfangsdaten zu dem Grundsystem der NC-Einheit 1 übertragen.

Im Fall des normalen Ein/Ausgabe-Modus ist jedes einzelne Bit aller Datenbereiche in den Übertragungsdaten von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 ein unabhängiges Ausgangssignal, und außerdem ist jedes einzelne Bit aller Datenbereiche in Übertragungsdaten zu dem Grundsystem der NC-Einheit 1 ein unabhängiges Eingangssignal.

Im Fall des externen Positionsanzeigemodus sind, wie

Fig. 25B zeigt Übertragungsdaten von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 in einen Befehlsfeld und einen Parameterfeld unterteilt, und der Parameterfeld bezeichnet Ausgabedaten, wofolgende der Befehlsfeld ein Rücksetzsignal, ein Schreibsignal und eine Anzeigedatensequenznummer zu der Hardwareerschaltung bezeichnet.

Durch Kombination einer Sequenznummer mit Anzeigedaten können auch dann, wenn Anzeigedaten in einer Übertragung nicht übertragen werden können, die Anzeigedaten als aufeinanderfolgende Daten auf der Seite der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 an einer externen Positionsanzeigeeinheit angezeigt werden.

Übertragungsdaten von der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 bezeichnen einen Status der externen Positionsanzeigeeinheit, und ein Rücksetz-Eingangssignal wird zu dem Grundsystem der NC-Einheit 1 zurückgeleitet. Im Fall des manuellen Impulsgenerator-Schnittstellenmodus und der Synchronimpulsgenerator-Schnittstelle umfassen Übertragungsdaten von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 einen Befehlsfeld und einen Parameterfeld.

Wie Fig. 25C zeigt, umfaßt in der manuellen Impulsgenerator-Schnittstelle der Befehlsfeld ein Zählerrücksetzsignal, ein Lesesignal zum Zwischenspeichern und Speichern eines Impulswerts und ein Lesesignal zur Eingabe des Zwischenspeichers Werts in einen Eingabefeld der verteilten Fern-E/A-Einheit 2. Der Parameterfeld umfaßt eine Adresse zur Anweisung an den Zählerrücksetzsignal und eine Pufferadresse für den Impulswähler.

Außerdem ist die Konfiguration der Synchronimpulsgenerator-Schnittstelle die gleiche wie die der manuellen Impulsgenerator-Schnittstelle, aber im Fall der Synchronimpulsgenerator-Schnittstelle ist, wie Fig. 25D zeigt, ein Steuersignal ähnlich demjenigen für einen Z-Phasenzähler als ein Signal zur Erkennung einer Umkehrung hinzugefügt.

Wenn Übertragungsdaten von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 empfangen werden, erzeugt die verteilte Fern-E/A-Einheit 2 ein oben beschriebenes Steuersignal, liest Daten aus dem Impulswähler aus und gibt die Daten in einen Ausgabedatenpuffer in der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 ein. Die Übertragungsdaten von der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 sind ein Impulswahlwert im Fall der manuellen Impulsgenerator-Schnittstelle und ein Impulswahlwert und ein Z-Phasen-Zählwert werden an das Grundsystem der NC-Einheit 1 im Fall der Synchronimpulsgenerator-Schnittstelle übertragen.

Im Fall einer verteilten Fern-E/A-Einheit 2 mit allgemeiner Hardware umfassen Übertragungsdaten von dem Grundsystem der NC-Einheit 1, wie Fig. 25E zeigt, einen Befehlsfeld und einen Parameterfeld. Der Parameterfeld besteht aus Ausgangsdaten von dem Grundsystem der NC-Einheit 1, wofolgende der Befehlsfeld eine Sequenznummer ist, die auch als ein Rücksetz, ein Lesesignal, ein Schreib- und ein Adresssignal genutzt werden kann.

Übertragungsdaten von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 werden an eine Hardwareerschaltung abgegeben, und ein Operationsergebnis wird zu dem Grundsystem der NC-Einheit 1 mit einem Datenkommunikationsformat übertragen, das einen Status und einen Parameterfeld aufweist.

In einem Fall, in dem die verteilte Fern-E/A-Einheit 2 in eine Vorrichtung mit einer MPU integriert ist, weisen gemäß Fig. 25F Übertragungsdaten von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 einen Befehlsfeld und einen Parameterfeld auf. Der Parameterfeld besteht aus Ausgangs-

daten von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 zu der verteilten Fern-E/A-Einheit 2, während der Befehlsfeld einen Rücksetzbefehl, einen Schreib-/Lesebefehl und eine Sequenznummer der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 aufweist.

Eine MPU in der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 liest Übertragungsdaten aus dem Grundsystem der NC-Einheit 1 aus, fügt die Antworten in ein Datenkommunikationsformat ein, das einen Befehlsfeld und einen Parameterfeld umfaßt, und gibt die Daten zu dem Übertragungsdatenpuffer ab und somit überträgt die verteilte Fern-E/A-Einheit 2 die Daten zu dem Grundsystem der NC-Einheit 1.

Die Fig. 26A und 26B zeigen ein Datenformat in der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 mit einer MPU und die jeweiligen Einzelheiten. Fig. 26A zeigt ein Format von Übertragungsdaten (Anforderung) von dem Grundsystem der NC-Einheit, während Fig. 26B ein Format von Empfangsdaten (Antwort) zu dem Grundsystem der NC-Einheit 1 zeigt. Diese Datenformate weisen jeweils einen Befehl, eine Sequenznummer und einen Parameter auf. Der Befehl umfaßt 4 Bits, und bis zu 16 Befehle können angegeben sein. Hinsichtlich der Übertragung von seriellen Daten wird ein Headeradress-Wahlbefehl (Befehl 1) übertragen, um eine Headeradresse zu bezeichnen, und dann wird ein Lesebefehl (Befehl 2) oder ein Schreibbefehl (Befehl 4) aufeinanderfolgend übertragen, wobei eine MPU in der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 die bezeichnete Adresse automatisch inkrementiert und Daten an der bezeichneten Adresse liest oder in sie einschreibt, so daß eine Vielzahl von Daten gelesen oder eingeschrieben werden.

Ob aufeinanderfolgende Lesebefehle oder Schreibbefehle ausgegeben werden, wird bestimmt durch Prüfen der Aufeinanderfolge der 4-Bit-Sequenznummer #1 oder #2. Diese Sequenznummer ändert sich zyklisch von 0 bis F und wird bei der Datenübertragung um 1 inkrementiert. Bei einem Schreibbefehl empfängt die verteilte Fern-E/A-Einheit 2 zyklisch Daten, so daß der Befehl und die Folge der Sequenznummer geprüft werden, und wenn die Sequenznummer inkrementiert worden ist, wird bestimmt, daß neue Daten empfangen wurden, und die Daten werden in eine bezeichnete Adresse in einem Speicher eingeschrieben.

Wenn die Sequenznummer die gleiche wie die vorhergehende ist, werden die Daten gelesen und abgebrochen. Dann werden ein Schreibantwortbefehl, eine Empfangssequenznummer und ein Status zu dem Grundsystem der NC-Einheit 1 übertragen. Wenn in der Aufeinanderfolge der Sequenznummern irgendein Fehler vorliegt, werden ein Rücksetzbefehl, die Sequenznummer und der Fehlerstatus zu dem Grundsystem der NC-Einheit 1 übertragen.

Bei einem Lesebefehl werden Daten gemeinsam mit einem Lesebefehl und der empfangenen Sequenznummer zu dem Grundsystem der NC-Einheit 1 übertragen. Ebenso wie im Fall eines Schreibbefehls ist der Systembetrieb normal, wenn die Aufeinanderfolge der Sequenznummern betätigt wird, und wenn ein Fehler vorliegt, werden ein Rücksetzbefehl, die Sequenznummer und der Fehlerstatus übertragen.

Wenn mit diesen Merkmalen Daten zyklisch ausgegeben werden, können aufeinanderfolgende Daten mit hoher Zuverlässigkeit übertragen werden.

Es ist zu beachten, daß im Fall der Kommunikation mit der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 dann, wenn Empfangsrahmen unterbrochen sind, der Ausgang rückgesetzt wird, aber als Antwort auf diese Operation wird

einem Rücksetzbefehl und einem Rücksetzantwortbefehl 0 zugeordnet.

Auch wenn das Grundsystem der NC-Einheit 1 keinen Befehl an die verteilte Fern-E/A-Einheit 1 teilt, wird von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 an die verteilte Fern-E/A-Einheit 2 ein Keine-Operation-Befehl (Befehl F) übertragen, und die verteilte Fern-E/A-Einheit 2 überträgt eine Keine-Operation-Befehl-Antwort zu dem Grundsystem der NC-Einheit 1.

2-Byte-Datenübertragungen können in einem Kommunikationsvorgang zwischen dem Grundsystem der NC-Einheit 1 und der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 mit einer MPU ausgeführt werden unter Nutzung des oben beschriebenen Leses- und Schreibbefehls, und auch aufeinanderfolgende Daten können übertragen oder empfangen werden, indem die Befehle aufeinanderfolgend übertragen werden.

Mit den oben beschriebenen Operationen kann das Grundsystem der NC-Einheit 1 eine Hardwareerschaltung, die zu der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 hinzugefügt ist, steuern durch Bestimmen eines Typs der verteilten Fern-E/A-Einheit 2, indem ihr ID-Code geprüft und ein Befehl entsprechend einem Typ der verteilten Fern-E/A-Einheit übertragen wird. Dabei können verschiedene Typen von Ein/Ausgabeeinheiten über eine Kommunikationsleitung verbunden werden, und das Grundsystem der NC-Einheit 1 mit der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 kann kostengünstig aufgebaut werden.

Fig. 27 zeigt eine Ausführungsform einer Anzeigedaten-Ausgabeschaltung für eine Displayeinheit, die mit der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 verbunden ist. Die Anzeigedaten-Ausgabeschaltung umfaßt eine Logikschaltung 213 zum Erzeugen eines Schreibsignals für die Zwischenspeicherung von angezeigten Daten, einen Multiplexer 214 zur Wahl einer angezeigten Adresse und einen Adreßdecodierer 216 zur Wahl der Displayeinheit 215. Die Displayeinheit 215 umfaßt einen Zwischenspeicher 217, einen Logikteil 218 und einen Segmentdisplayteil 219.

Übertragungsdaten (Anforderung), die mit einem Format für Anzeigedaten ausgegeben gemäß Fig. 25B von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 übertragen werden, werden von der Kommunikationssteuerungseinrichtung 201 empfangen, und die angezeigten Daten werden als Signale DO 0 bis DO 7 sowie DO 10 bis DO 17 in der Kommunikationssteuerungseinrichtung 201 ausgegeben.

Adressen in Befehlsdaten werden als Signale für DO 8 bis DO 18 sowie DO 18 bis DO 1C ausgegeben und durch den Multiplexer 214 in den Adreßdecodierer 216 in den Zeitmultiplexverfahren nach Maßgabe eines Signals T<sub>OO</sub> eingegeben, das von der Zeitsteuerungseinrichtung 202 ausgegeben wird. Der Adreßdecodierer 216 erzeugt Anzeigesignale SEL 0 bis SEL 3F für die Displaysegmente.

Jede Displayeinheit 215 gibt Anzeigesignale SEL 0 bis SEL 3F und Schreibsignale WR 0 und WR 1, die in dem Logikteil 213 erzeugt werden, in den Logikteil 218 ein, um die angezeigten Daten in dem Zwischenspeicher 217 zwischenspeichern und den Segmentdisplayteil 219 zu veranlassen, die Daten anzuzeigen.

Bei dieser Ausführungsform können angezeigte Daten bis zu vier Buchstaben mit Übertragungsdaten in einem Übertragungszyklus überschrieben werden, und das Grundsystem der NC-Einheit 1 wählt eine Adresse aus und aktualisiert aufeinanderfolgende Daten in einem bestimmten Zyklus, so daß eine Datenanzeige mit maximal 64 Buchstaben erfolgen kann.

Wenn das Display rückgesetzt werden muß, wird ein Rücksetzbefehl in den Befehlsfeld für die Übertragungs-



empfangen wird, bevor der Übertragungsrahmen zu der nächsten verteilten Fern-E/A-Einheit 2 übertragen wird, in dem Grundsystem der NC-Einheit 1 als von der entsprechenden verteilten Fern-E/A-Einheit empfangen erkannt. Wenn kein Empfang erfolgt, wird bestimmt, daß die entsprechende verteilte Fern-E/A-Einheit 2 nicht vorgesehene ist, und diese Tatsache wird auf der Displayeinheit 3 in dem Grundsystem der NC-Einheit 1 angezeigt.

Wenn Verbindungsdaten für die verteilte Fern-E/A-Einheit 2, die in einem Speicherfeld vorher gesetzt wurden, von einem Prüfergebnis für einen Antwortrahmen von jeder verteilten Fern-E/A-Einheit 2 verschieden sind, bestimmt das Grundsystem der NC-Einheit 1, daß die Einheiten nicht als ein System betrieben werden können, und zeigt auf der Displayeinheit 3 einen Alarm an, was bedeutet, daß das System nicht in den On-line-Kommunikationsmodus schaltet.

Wenn Verbindungsdaten für die verteilte Fern-E/A-Einheit, die in dem Speicherfeld vorher gesetzt wurden, mit einem Prüfergebnis für einen Antwortrahmen von jeder verteilten Fern-E/A-Einheit 2 identisch sind, schaltet das Grundsystem der NC-Einheit 1 in den On-line-Kommunikationsmodus und überträgt Steuerdaten mit dem bestimmten Format für Kommunikationsdaten entsprechend dem Typ der Fern-E/A-Einheit zu jeder verteilten Fern-E/A-Einheit 2.

Jede verteilte Fern-E/A-Einheit 2 gibt Übertragungsdaten aus, die Befehle und Parameter aufweisen, die von dem Grundsystem der NC-Einheit 1 zu einer Ausgabe-steuerungs-Hardware schaltung übertragen werden, und führt bestimmte Operationen aus. Außerdem schreibt sie zu dem Grundsystem der NC-Einheit 1 zu übertragende Daten in den Übertragungspuffer ein.

Wenn bei der verteilten Fern-E/A-Einheit mit einer MPU aufeinanderfolgende Daten durch eine Vielzahl von Kommunikationszyklen übertragen oder empfangen werden, wird mit den Daten ein Befehlteil übertragen, der daran angefügte Befehle und Sequenznummern, die sich zyklisch ändern, aufweist, so daß der Dateninhalt differenziert werden kann.

Die Kommunikationssteuerung in jeder verteilten Fern-E/A-Einheit 2 ist mit dem Zeitablauf der Beendigung des Empfangs des Rahmens synchronisiert, den das Grundsystem der NC-Einheit 1 zu der Einheit überträgt, und aktiviert die Übertragungstreiber-IC mit einem bestimmten zeitlichen Spielraum, und nach beendetem Übertragungszyklus wird die Übertragungstreiber-IC ebenfalls mit dem bestimmten zeitlichen Spielraum, und dann springt das System in einen Empfangs-Wartezustand zurück.

Wenn ein Zustand, in dem Operationen zum Ein-schreiben von Übertragungsdaten von der MPU 101 in dem Grundsystem der NC-Einheit 1 und zum Auslesen von Empfangsdaten nicht detektiert werden, über einen bestimmten Zeitraum besteht, erkennt die Kommunikationssteuerung des Grundsystems der NC-Einheit 1, daß das Grundsystem der NC-Einheit gestört ist, und hält die Übertragung an, indem sie die Übertragungstreiber-IC zu der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 abschaltet.

In der Kommunikationssteuerung der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 wird ein Empfangsbeginn-zustand von dem Grundsystem der NC-Einheit überwacht, und wenn der Zustand, in dem der Empfangsbeginn-zustand nicht detektiert wird, eine bestimmte Zeit andauert, erkennt die Kommunikationssteuerung in der verteilten Fern-E/A-Einheit 2, daß dort irgendeine

Störung aufgetreten ist, und setzt die Ausgabe von der verteilten Fern-E/A-Einheit 2 zurück.

Wie oben beschrieben wird, ist bei dem vorliegenden Steuerungsverfahren für ein verteiltes Fern-E/A-Einheit-Grundsystem ein Übertragungsrahmen zwischen dem Fern-E/A-Einheit in einem On-line-Kommunikationsmodus und dem System wird immer dann ständig in einem Off-line-Statuskommunikationsmodus betrieben, wenn der Systembetrieb gestartet wird, so daß ein abnormaler Betrieb im System sicher verhindert wird. Außerdem kann das Grundsystem der Steuer-Einheit eine E/A-Steuerung entsprechend einem Typ der verteilten Fern-E/A-Einheit in den darauffolgenden On-line-Kommunikationsmodus ausführen, und die Zahl der Typen der verteilten Fern-E/A-Einheiten kann erhöht werden, so daß die Systemkonfiguration entsprechend einer zu steuernden Maschine flexibel ausgebildet sein kann.

Ferner kann ein Typ der verteilten Fern-E/A-Einheit automatisch in der Kommunikationssteuer-Einrichtung des Grundsystems der Steuer-Einheit in dem Off-line-Statuskommunikationsmodus ungeachtet einer Operation einer MPU in dem Grundsystem der Steuer-Einheit gespeichert werden, so daß ein Verbindungszustand des Systems rasch erkennbar ist und somit die dem System entsprechende Steuerung rascher ausgeführt werden kann.

Bei einem anderen Steuerungsverfahren für das verteilte Fern-E/A-Einheit-Steuerungsverfahren kann, wenn das System angefahren wird, der Bediener des Grundsystems der Steuer-Einheit ohne weiteren einen Verbindungszustand der verteilten Fern-E/A-Einheit und einen Typ der angeschlossenen verteilten Fern-E/A-Einheit überprüfen, und außerdem kann das System automatisch in einen Off-line-Statuskommunikationsmodus angefahren werden, ohne von Software in dem Grundsystem der Steuer-Einheit abhängig zu sein, so daß eine fehlerhafte Ausgabe zu der verteilten Fern-E/A-Einheit bei fehlerhafter Verbindung bereits vor dem Auftreten verlässlicher wird, was es möglich macht, ein hochzuverlässiges System zu bauen.

In dem Off-line-Statuskommunikationsmodus werden von dem Grundsystem der Steuer-Einheit übertragene Daten nicht in der verteilten Fern-E/A-Einheit genutzt, so daß auch dann, wenn eine MPU bei Beginn einer Kommunikation Ausgangsdaten irdentlich übermitteln, die Ausgangsdaten von der verteilten Fern-E/A-Einheit nicht ausgegeben werden, was die Ausbildung eines hochzuverlässigen Systems ermöglicht.

Bei einem weiteren Steuerungsverfahren für das verteilte Fern-E/A-Einheit-Steuerungsverfahren ist die Konfiguration eines Übertragungsrahmens zum Übertragen von dem Grundsystem der Steuer-Einheit zu der verteilten Fern-E/A-Einheit im Off-line-Statuskommunikationsmodus derselbe wie im On-line-Kommunikationsmodus, und die Umschaltung zwischen einem Off-line-Statuskommunikationsmodus und einem On-line-Kommunikationsmodus wird nach Maßgabe einer Differenz eines Headermusters ausgeführt, so daß die Schaltungs-konfiguration des Grundsystems der Steuer-Einheit und der verteilten Fern-E/A-Einheit vereinfacht ist.

Ebenfalls im Off-line-Statuskommunikationsmodus kann eine Ausgabe von der verteilten Fern-E/A-Einheit ebenso wie im On-line-Kommunikationsmodus ausgeführt werden, so daß der On-line-Kommunikationsmodus kurzzeitig in den Off-line-Statuskommunikations-

modus während des Systembetriebs geändert werden kann, um einen Verbindungszustand und einen Typ der verteilten Fern-E/A-Einheit zu überwachen, und dann können die Daten in der Displayeinheit des Grundsystems der Steuer-Einheit angezeigt werden.

Der Unterschied in einem Headermuster wird detektiert, und ein Signal zur Umschaltung zwischen dem Off-line-Statuskommunikationsmodus und dem On-line-Kommunikationsmodus wird abgegeben, so daß die Umschaltung zwischen einer normalen Eingabe und einer Statusangabe in die Datenwähler-LS eingeleitet wird, nach Maßgabe eines Modusumschaltungs-schaltungs-Signals, was es möglich macht, die Schaltungs-konfiguration für die verteilte Fern-E/A-Einheit auf einfache Weise zu realisieren.

Ein weiteres Steuerungsverfahren für das verteilte Fern-E/A-Einheit-Steuerungsverfahren sieht vor, daß die Kommunikationssteuer-Einrichtung in dem Grundsystem der Steuer-Einheit den Off-line-Statuskommunikationsmodus nach dem Einschalten des Systems automatisch wählt und automatisch aufeinanderfolgend Übertragungsrahmen für eine Statusangabe zu den verteilten Fern-E/A-Einheiten überträgt, so daß die MPU in dem Grundsystem der Steuer-Einheit nur die Verarbeitung des Prüfergebnis in jeder in die Kommunikationssteuer-Einrichtung abgerufenen verteilten Fern-E/A-Einheit zu verarbeiten braucht, und daher wird die Softwareverarbeitung für das Grundsystem der Steuer-Einheit einfacher.

Die Statusumschaltung auf einen Übertragungsrahmen zum Statusanfrage wird außerdem durch Synchronisierung mit einer ersten der verteilten Fern-E/A-Einheiten ausgeführt, so daß es in dem Grundsystem der Steuer-Einheit möglich ist zu verhindern, daß eine normale Eingabe fälschlich als ein Status angesehen wird. Bei einem anderen Steuerungsverfahren für das verteilte Fern-E/A-Einheit-Steuerungsverfahren wird ein Steuerprogramm für das Grundsystem der Steuer-Einheit entsprechend einer tatsächlichen Maschine mit einem Verbindungszustand der verteilten Fern-E/A-Einheit verglichen, und wenn ein Vergleichsergebnis anzeigt, daß die beiden nicht identisch sind, wird der Systembetrieb nicht ausgeführt, was einen Alarmzustand bedeutet, so daß ein verteiltes Fern-E/A-Einheit-Steuerungsverfahren höherer Zuverlässigkeit aufgebaut werden kann.

Ein weiteres Steuerungsverfahren für das verteilte Fern-E/A-Einheit-Steuerungsverfahren sieht vor, daß ein Empfangsdatenspeicher in der Kommunikationssteuer-Einrichtung des Grundsystems der Steuer-Einheit sowohl im Off-line-Statuskommunikationsmodus als auch im On-line-Kommunikationsmodus verwendet wird, so daß die Konfiguration der Kommunikationssteuer-Einrichtung vereinfacht werden kann.

Bei einem anderen Steuerungsverfahren für das verteilte Fern-E/A-Einheit-Steuerungsverfahren ist vorgesehen, daß, wenn das Grundsystem der Steuer-Einheit seinen Systembetrieb aus irgendeinem Grund anhält, das Grundsystem dann die Tatsache, daß das System angehalten ist, als Zeitüberwachung durch einen internen Zeitgeber des Grundsystems der Steuer-Einheit detektiert, und ein Übertragungs-Signal von dem Grundsystem der Steuer-Einheit zu der verteilten Fern-E/A-Einheit wird dann entsprechend einem Zeitüberwachungs-Signalsignal abgesendet, so daß, wenn die verteilte Fern-E/A-Einheit den Beginn des Empfangs eines Übertragungsrahmens von dem Grundsystem der Steuer-Einheit während eines bestimmten Zeitraums nicht detektiert, ein Ausgang rückgesetzt wird, und aus diesem Grund kann,

wenn das Grundsystem der Steuer-Einheit in einen abnormalen Zustand eintritt, ein Maschinenstatussignal rückgesetzt werden, was den Aufbau eines hochzuverlässigen Systems ermöglicht.

Da außerdem der Start beim Empfang eines Übertragungsrahmens detektiert werden kann, wenn der Systembetrieb während der Übertragung von dem Grundsystem der Steuer-Einheit angehalten wird oder wenn eine Störung wie Kabeltrennung oder Drehbruch auftritt, kann die Ausgabe von der verteilten Fern-E/A-Einheit mit Sicherheit rückgesetzt werden, und es kann ein hochzuverlässiges System erhalten werden.

Bei einem anderen Steuerungsverfahren für das verteilte Fern-E/A-Einheit-Steuerungsverfahren ist vorgesehen, daß das Grundsystem der Steuer-Einheit, das ein Systemprogramm im Grundsystem der Steuer-Einheit nicht normal funktioniert, und die Ausgabe von der verteilten Fern-E/A-Einheit kann mit Sicherheit rückgesetzt werden, so daß auch in diesem Fall ein hochzuverlässiges System erhalten werden kann.

Bei einem weiteren Steuerungsverfahren für das verteilte Fern-E/A-Einheit-Steuerungsverfahren mit einem Hardware-Zeitgeber in der verteilten Fern-E/A-Einheit wird eine Rahmenübertragung zu dem Grundsystem der Steuer-Einheit gesteuert, daß eine Software-Sequenz, bei der eine MPU in dem herkömmlichen Typ der Steuer-Einheit von dem Grundsystem der Steuer-Einheit übertragene Rahmen prüft und ihn zu dem Grundsystem der Steuer-Einheit überträgt, nicht erforderlich ist, und dadurch wird der Systemaufbau vereinfacht.

Software in dem Grundsystem der Steuer-Einheit kann Daten in den externen Einheiten durch die verteilte Fern-E/A-Einheit auslesen, so daß die Software in dem Grundsystem der Steuer-Einheit Daten ebenso wie in einem Fall auslesen kann, in dem eine externe Einheit direkt mit dem Datenbus in der MPU verbunden ist, indem Befehle und Parameter in einen Übertragungspuffer einer verteilten Fern-E/A-Einheit eingeschrieben und dann die Daten aus dem Empfangspuffer in einem bestimmten Zeitraum, der von einem Hardware-Zeitgeber gezählt wird, ausgelesen werden, ohne daß irgendeine spezifische Operation zum Empfang von Daten durch serielle Kommunikation betroffen ist. Aufgrund der vorstehend beschriebenen Tatsache ist eine spezielle-Verarbeitung der Dateneingabe unter Verwendung der verteilten Fern-E/A-Einheit bei der Software in dem Grundsystem der Steuer-Einheit nicht erforderlich, und die Softwareverarbeitung in dem Grundsystem der Steuer-Einheit wird dadurch einfacher.

Bei einem anderen Steuerungsverfahren für das verteilte Fern-E/A-Einheit-Steuerungsverfahren führt die Kommunikationssteuer-Einrichtung in der verteilten Fern-E/A-Einheit eine Übertragung zu dem Grundsystem der Steuer-Einheit nicht aus, wenn kein Übertragungsrahmen von dem Grundsystem der Steuer-Einheit empfangen wird, so daß das Grundsystem der Steuer-Einheit mit Sicherheit bestimmen kann, ob die verteilte Fern-E/A-Einheit eingebaut ist oder nicht.

Bei einem anderen Steuerungsverfahren für das verteilte Fern-E/A-Einheit-Steuerungsverfahren aktualisiert die verteilte Fern-E/A-Einheit ein Ausgangssignal nicht, wenn ein Fehler während des Empfangs eines Rahmens detektiert wird, der von dem Grundsystem der Steuer-Einheit zu der Einheit übertragen wird, so daß die Zuverlässigkeit des Übertragungswegs gegenüber einer Rauschen ausbreitenden Umgebung verbessert wird.

Bei einem weiteren Steuerungsverfahren für das verteilte

Fern-E/A-Einheit-Steuersystem ist vorgesehen, daß dann, wenn die Anzahl von Daten, in denen ein Headermuster für einen Übertragungsrahmen von der verteilten Fern-E/A-Einheit einen Fehler eines Übertragungsrahmens von dem Grundsystem der Steuereinheit bezeichnet, einen bestimmten Wert überschreitet, erkannt wird, daß eine Systemstörung aufgetreten ist, und der Systembetrieb angehalten wird, und dadurch wird die Zuverlässigkeit des Systems verbessert.

Bei einem anderen Steuerverfahren für das verteilte Fern-E/A-Einheit-Steuersystem sind die Ein- und Ausgabe der verteilten Fern-E/A-Einheit in dem Grundsystem der Steuereinheit lediglich über ein Kabel mit einer maschinenzeigigen Lastverteilungsplatte verbunden, und in diesem Fall kann eventuell die Bedeutung eines Signals je nach einer Kontaktschalt-Übereinstimmung in einem Verbinder zum Kabelanschluß der verteilten Fern-E/A-Einheit entschieden werden, und in einem solchen Fall kann eine einfache Reaktion auf verschiedene Maschinentypen erfolgen, indem ein Datenfeld zu einem großformatigen System (Big Endian System) oder einem kleinförmigen System (Little Endian System) umgeschaltet wird. Außerdem kann bei dieser Konfiguration die verteilte Fern-E/A-Einheit mit dem Grundsystem der Steuereinheit verbunden werden, ohne durch das Endsystem einer MPU in dem Grundsystem der Steuereinheit eingeschränkt zu sein.

Bei einem anderen Steuerverfahren für das verteilte Fern-E/A-Einheit-Steuersystem kann das Grundsystem der Steuereinheit leicht überprüft, daß Ausgangsdaten zu der verteilten Fern-E/A-Einheit normal übertragen worden sind und die Übertragung von der verteilten Fern-E/A-Einheit zu dem Grundsystem der Steuereinheit ebenfalls normal ausgeführt worden ist, so daß ein Systemtest ohne weiteres durchführbar ist.

Bei einem anderen Steuerverfahren für das verteilte Fern-E/A-Einheit-Steuersystem kann, da der verteilten Fern-E/A-Einheit eine MPU hinzugefügt werden kann, die verteilte Fern-E/A-Einheit auch bei anderen Anwendungen genutzt werden, beispielsweise als eine E/A-Einrichtung in einem Grundsystem einer Steuereinheit, für die Ein/Ausgabe eines Bediendatensignals für ein Grundsystem einer Steuereinheit oder als eine E/A-Einrichtung wie ein Lochstreifenleser und ein Lochstreifenstanzer, so daß die Anwendungsmöglichkeiten erweitert sind.

Es ist zu beachten, daß selbst bei Hinzufügung einer MPU zu der verteilten Fern-E/A-Einheit — anders als bei der herkömmlichen Technologie — die Kommunikation zwischen dem Grundsystem der Steuereinheit und der verteilten Fern-E/A-Einheit automatisch ausgeführt wird, so daß die Software-Verarbeitung durch die MPU erleichtert wird.

Bei einem anderen Steuerverfahren für das verteilte Fern-E/A-Einheit-Steuersystem hat die verteilte Fern-E/A-Einheit eine Schnittstellenfunktion für eine analoge Ein/Ausgabe, so daß eine analoge Ausgangsspannung für ein einfaches Antriebssteuersystem wie etwa eine Transferstraße oder eine analoge Spannung in einem Sensor oder dergleichen gemessen werden kann, was die Erweiterung der Anwendungsmöglichkeiten als ein System erlaubt.

Bei einem anderen Steuerverfahren für das verteilte Fern-E/A-Einheit-Steuersystem kann eine Prüfung eines Systems, das das Grundsystem der Steuereinheit und eine Vielzahl von verteilten Fern-E/A-Einheiten aufweist, leicht und sicher durchgeführt werden.

Bei einem anderen Steuerverfahren für das verteilte

Fern-E/A-Einheit-Steuersystem bestimmt das Grundsystem der Steuereinheit einen Typ der verteilten Fern-E/A-Einheit durch Überprüfen eines ID-Codes, und eine der verteilten Fern-E/A-Einheit hinzugefügte Hardware-Schaltung kann durch Übertragen eines Befehls, der einem Typ der verteilten Fern-E/A-Einheit entspricht, gesteuert werden, so daß verschiedene Typen von E/A-Einheiten damit über eine Kommunikationsleitung verbunden werden können; somit kann ein Grundsystem der Steuereinheit mit einer verteilten Fern-E/A-Einheit kostengünstig aufgebaut sein.

Bei einem anderen Steuerverfahren für das verteilte Fern-E/A-Einheit-Steuersystem wird die Datenanzeige auf der Anzeigeeinheit der verteilten Fern-E/A-Einheit durch Einschreiben eines Steuerbefehls und von angezeigten Daten in den Übertragungspuffer in dem Grundsystem der Steuereinheit durchgeführt, so daß die Software in dem Grundsystem der Steuereinheit Daten auf der Displayeinheit der verteilten Fern-E/A-Einheit wie in einem Fall anzeigen kann, in dem die Displayeinheit direkt mit dem Datenbus der MPU verbunden ist, ohne daß eine spezielle Operation der Übertragung von Displaydaten zu der verteilten Fern-E/A-Einheit durch serielle Kommunikation betroffen ist.

Aus diesem Grund ist eine spezielle Verarbeitung wie etwa die Ausgabe von Daten unter Nutzung der verteilten Fern-E/A-Einheit bei der Software in dem Grundsystem der Steuereinheit nicht notwendig, was die Software-Verarbeitung vereinfacht.

Bei einem anderen Steuerverfahren für das verteilte Fern-E/A-Einheit-Steuersystem kann Software in dem Grundsystem der Steuereinheit Daten für eine Anzahl von Impulsen, die von dem manuellen Impulsgenerator und dem Synchronisiercodierer abgegeben werden, so daß die verteilte Fern-E/A-Einheit auslesen; und wenn Software in dem Grundsystem der Steuereinheit einen Befehl und Parameter für eine Aufforderung zum Datenlesen nur einmal in den Übertragungspuffer in dem Grundsystem der Steuereinheit einschreibt, wird dieser Befehl nach Maßgabe der Hardware-Verarbeitung entsprechend einem Kommunikationszyklus der verteilten Fern-E/A-Einheit zyklisch ausgegeben; die verteilte Fern-E/A-Einheit gibt Steuersignaldaten, die durch die Hardware-Verarbeitung empfangen wurden, zu der Impulsschaltung für den manuellen Impulsgenerator und den Synchronisiercodierer ab und überträgt sie zu dem Grundsystem der Steuereinheit, nach Ablauf eines bestimmten Zeitraums seit ihrem Empfang, so daß Daten für den Impulsschalter zu dem Grundsystem der Steuereinheit zyklisch übertragen werden; und die Software des Grundsystems der Steuereinheit kann zyklisch aktualisierte Daten wie in einem Fall auslesen, in dem eine Impulsschalt-Schnittstelle direkt mit dem Datenbus der MPU verbunden ist, ohne daß eine solche Operation wie der Datenempfang durch serielle Kommunikation durch Auslesen von Daten aus dem Übertragungspuffer in dem Grundsystem der Steuereinheit betroffen ist. Bei dieser Konfiguration wird eine spezielle Verarbeitung wie etwa das Eingeben von Daten unter Nutzung der verteilten Fern-E/A-Einheit für die Software des Grundsystems der Steuereinheit nicht erforderlich, was die Software-Verarbeitung einfacher macht.

Bei einem anderen Steuerverfahren für das verteilte Fern-E/A-Einheit-Steuersystem werden Übertragungsdaten, die einen Befehlsteil mit einem Headermuster sowie einen Sequenznummerteil, der sich zyklisch ändert, und einen Parameterteil aufweisen, von dem

Grundsystem der Steuereinheit zu der verteilten Fern-E/A-Einheit mit einer MPU übertragen, die verteilte Fern-E/A-Einheit interpretiert den Befehlsteil der Empfangsdaten und ordnet Daten in dem Parameterteil nach Maßgabe der Reihenfolge der Sequenznummern, so daß eine Serie von Daten mit höherer Zuverlässigkeit von dem Grundsystem der Steuereinheit in der Haupt-einheit zu dem Grundsystem der Steuereinheit in der Unter-einheit übertragen werden kann, indem das Kommunikationssystem der verteilten Fern-E/A-Einheit genutzt wird, das Daten zyklisch ausgibt.

Bei einem anderen Steuerverfahren für das verteilte Fern-E/A-Einheit-Steuersystem erzeugt die verteilte Fern-E/A-Einheit mit einer MPU Antwortdaten, bestehend aus einem Befehlsteil und einem Parameterteil, als Antwortdaten auf den empfangenen Befehl, der empfangene Befehl und die Sequenznummer werden dem Befehlsteil zugeordnet, so daß das Grundsystem der Steuereinheit erkennen kann, welchem Befehl die Empfangsdaten als eine Antwort entsprechen, und Daten in dem Parameterteil werden nach Maßgabe der Sequenznummer geordnet, so daß die verteilte Fern-E/A-Einheit die Datenübertragung sequentiell zu dem Grundsystem der Steuereinheit ausführen kann; aus diesem Grund kann eine Serie von Daten mit höherer Zuverlässigkeit von dem Grundsystem der Steuereinheit in der Unter-einheit zu dem Grundsystem der Steuereinheit in der Haupt-einheit unter Nutzung des Kommunikationssystems der verteilten Fern-E/A-Einheit, das Daten zyklisch ausgibt, übertragen werden.

# Bezugszeichenliste

- 1 NC-Steuereinheit
- 2 Fern-E/A-Einheit
- 3 Displayeinheit
- 4 Terminalmodul
- 101 MPU
- 102 Kommunikationssteuereinrichtung
- 103 Speicher
- 111 MPU
- 112 Kommunikationssteuereinrichtung
- 113 Speicher
- 114 Schalter
- 115 Ausgangs-IF
- 116 Eingangs-IF
- 121, 122 Übertragungssignalleitung
- 123 Signalleitung
- 130 Kommunikationssteuereinrichtung
- 131 Ausgabesteuereinrichtung
- 132 Eingabesteuereinrichtung
- 133 Multiplexer
- 134 Schalter
- 135 Trägersensor
- 201 Kommunikationssteuereinrichtung
- 202 Zeiteinstellung
- 203 Logikschaltenteil
- 204 Multiplexerschaltung
- 205 Ausgabedatenpuffer
- 206 Eingabedaten-Zwischenspeicher
- 208 Adreßbusleitung
- 209 Datenbus
- 210 Steuerschaltung
- 211 Adreßdecodierer
- 213 Logikschaltung
- 214 Multiplexer
- 215 Displayeinheit
- 216 Adreßdecodierer

217 Zwischenspeicher

218 Logikteil

219 Segmentdisplayteil

230 Impulsschalter

231 Logikschaltung

232 Logikschaltung

233 Datenpuffer

234 Multiplexer

235 Multiplexer

236 Adreßdecodierer

237 Logikteil

238 Zwischenspeicher

239 manueller Impulsgenerator

240 Synchronisiercodierer

241 Impulsschalter

242 Z-Phase-Zähler

250 MPU

251 Steuerschaltung

252 Speicher

253 Empfangsdatenpuffer

300 Schreibregister

301 Schreibpuffer

302 Zwischenspeicher

303 Multiplexer

303 Schieberegister

304 CRC-Generator

305 Flagmuster-generator

306 Adreßgenerator

307 ORDER-Glied

308 Nullimpulsschaltung

309 NRZI-Schaltung

310 Übertragungs-HDLC-Sequenz

311 Übertragungs-HDLC-Zeigebefehl

312 Taktimpulsteil

313 UND-Glied

314 Multiplexerschaltung

315 Zeitüberwachungs-Detektorschaltung

316 Zwischenspeicher

400 Lesepuffer

401 Zwischenspeicher

402 Demultiplexer

403 Schieberegister

404 Nullausgangsschaltung

405 NRZI-Modulationsschaltung

406 Flagmustervergleich

407 Adreßmustervergleich

408 CRC-Vergleicher

409 Empfangs-HDLC-Sequenz

410 Empfangszwischenspeicher-Steuerschaltung

500 Modusvorgabedecodierer

501 Filterschaltung

502 Multiplexer

503 Schieberegister

504 CRC-Generator

505 Flagmuster-generator

506 Adreßgenerator

507 ORDER-Glied

508 Nullimpulsschaltung

509 NRZI-Modulationsschaltung

510 Übertragungs-HDLC-Sequenz

511 Multiplexerwahl-Schaltung

512 Register

513 Polarisationswandler

514 Decodierer

515 Eingangspuffer

516 Ausgangspuffer

517 Taktimpulsschaltung

518 Drehschalter

521 Zwischenspeicher  
522 Schieberegister  
523 Nullausführungsschaltung  
524 NRZI-Modulationschaltung  
525 Flaggustvergleicher  
526 Adreßmustervergleicher  
527 CRC-Vergleicher  
528 Empfangs-HDL-Sequenzener  
529 Differenzierer  
530 Alarmschalter  
531 Multiplexer  
532 Polarisationswandler  
534 Ausgangspuffer  
535 Register

# Patentansprüche

1. Steuerverfahren für ein Steuersystem mit verteilter Fern-Eingabe/Ausgabe, wobei ein Grundsystem einer Steuereinheit und eine Vielzahl von verteilten Fern-E/A-Einheiten durch ein serielles Kommunikationssystem miteinander verbunden sind, gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:  
- Ausführen einer Übertragung in zwei Richtungen zwischen dem Grundsystem einer Steuereinheit und jeder der verteilten Fern-E/A-Einheiten im Zeitmultiplexverfahren; wobei der Start des Grundsystems der Steuereinheit automatisch Kommunikationsmodi in einem Off-line-Statuskommunikationsmodus auslöst, der von einem normalen Eingabe/Ausgabe-Modus in Betrieb des Systems verschieden ist, um einen Typ der verteilten Fern-E/A-Einheit und Daten, die in der verteilten Fern-E/A-Einheit gesetzte sind, zu bestimmen.

2. Steuerverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Off-line-Statuskommunikationsmodus Übertragungsrahmen, die jeweils ein Headermuster entsprechend einem in jeder verteilten Fern-E/A-Einheit angeordneten Schalter enthalten, nacheinander von dem Grundsystem der Steuereinheit für jede verteilte Fern-E/A-Einheit übertragen werden.

3. Steuerverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jede verteilte Fern-E/A-Einheit, die einem Übertragungsrahmen entspricht, einen Übertragungsrahmen, der Daten in bezug auf einen Typ dieser Einheit enthält, zu dem Grundsystem der Steuereinheit überträgt, so daß das Grundsystem der Steuereinheit den Typ jeder verteilten Fern-E/A-Einheit in Abhängigkeit von der in dieser Einheit angeordneten Schalter erkennen kann, und daß in dem Off-line-Statuskommunikationsmodus ein Ausgangssignal von einer verteilten Fern-E/A-Einheit gegenüber demjenigen einer vorhergehenden Operation unverändert gehalten und nicht auf Daten aktualisiert wird, die von dem Grundsystem der Steuereinheit neu übertragen wurden.

Legende für Fig. 34

SYSTEM IST GESTARTET  
S21 BETRIEB DES KOMMUNIKATIONSSTEUERTEILS INITIALISIEREN UND SCHALTERSTATUS-DATEN AUSLESEN  
S22 HAT DIE VERTEILTE FERN-E/A-EINHEIT EINEN ÜBERTRAGUNGSRAHMEN VOM GRUNDSYSTEM DER NC-EINHEIT EMPFANGEN?  
(nach rechts:) JA  
(nach unten:) JA

S23 OFF-LINE-RAHMEN ODER ON-LINE-RAHMEN?  
(nach unten:) OFF-LINE-RAHMEN  
(nach rechts:) ON-LINE-RAHMEN

S24 DIE STATUSDATEN AUS DER VERTEILTEN FERN-E/A-EINHEIT AUSLESEN UND DEN OFF-LINE-ÜBERTRAGUNGSRAHMEN ERZEUGEN  
S25 DIE ÜBERTRAGUNGSTREIBER-IC FREIGEBEN (RTSA-SIGNAL EIN)

S26 DEN OFF-LINE-ÜBERTRAGUNGSRAHMEN ÜBERTRAGEN  
S27 DIE ÜBERTRAGUNGSTREIBER-IC SPERREN (RTSA-SIGNAL AUS)

S28 EINGABEDATEN AUS DEM EINGABE-/FERN-E/A-EINHEIT UND DEN ON-LINE-ÜBERTRAGUNGSRAHMEN ERZEUGEN  
S29 DIE ÜBERTRAGUNGSTREIBER-IC FREIGEBEN (RTSA-SIGNAL EIN)

S30 DEN ON-LINE-ÜBERTRAGUNGSRAHMEN ÜBERTRAGEN  
S31 DIE ÜBERTRAGUNGSTREIBER-IC SPERREN (RTSA-SIGNAL AUS)

S32 IST ÜBERTRAGUNGSRAHMEN VOM GRUNDSYSTEM DER NC-EINHEIT NORMAL?

daß der Off-line-Statuskommunikationsmodus beim Einschalten des Systems automatisch gewählt wird,

daß die Umschaltung von dem Off-line-Statuskommunikationsmodus in den On-line-Kommunikationsmodus oder die Umschaltung von dem On-line-Kommunikationsmodus in den Off-line-Statuskommunikationsmodus von einer MPU des Grundsystems der Steuereinheit durch Setzen eines Moduswählers in die Kommunikationssteuerung ausgeführt wird,

daß die Modusumschaltung von einer Synchronisierung durch Synchronisieren mit einer ersten von der Vielzahl von Fern-E/A-Einheiten usw. ausgeführt wird, wobei ein Statusbit, das die Beendigung des Empfangs von Signalen für den Status der verteilten Fern-E/A-Einheiten bezeichnet, nach der Modusumschaltung gesetzt wird, so daß die MPU des Grundsystems der Steuereinheit die Beendigung des Empfangs von Statussignalen erkennt.

5. Steuerverfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kommunikationssteuereinrichtung der Steuereinrichtung einen Empfangsdatenregister verwendet, um darin sowohl Statusdaten von jeder verteilten Fern-E/A-Einheit im Off-line-Statuskommunikationsmodus als auch Eingabedaten für jede verteilte Fern-E/A-Einheit im On-line-Kommunikationsmodus zu speichern.

6. Steuerverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet,

daß der Off-line-Statuskommunikationsmodus beim Einschalten des Systems automatisch gewählt wird,

daß die Umschaltung von dem Off-line-Statuskommunikationsmodus in den On-line-Kommunikationsmodus oder die Umschaltung von dem On-line-Kommunikationsmodus in den Off-line-Statuskommunikationsmodus von einer MPU des Grundsystems der Steuereinheit ausgeführt wird durch Setzen eines Moduswählers in der Kommunikationssteuereinrichtung,

daß die Modusumschaltung von einer Synchronisierung durch Synchronisieren mit einer ersten von der Vielzahl von Fern-E/A-Einheiten ausgeführt wird,

und daß ein Statusbit, das die Beendigung des Empfangs von Signalen für den Status aller verteilten Fern-E/A-Einheiten bezeichnet, nach der Modusumschaltung gesetzt wird und somit die MPU des Grundsystems der Steuereinheit die Beendigung des Empfangs von Statussignalen erkennt.

7. Steuerverfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Kommunikationssteuereinrichtung der Steuereinheit einen Empfangsdatenregister nutzt, um darin sowohl Statusdaten von jeder verteilten Fern-E/A-Einheit im Off-line-Statuskommunikationsmodus als auch Eingabedaten für jede verteilte Fern-E/A-Einheit im On-line-Kommunikationsmodus zu speichern.

8. Steuerverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet,

daß Daten betreffend eine Nummer von verteilten Fern-E/A-Einheiten, die mit dem Grundsystem der Steuereinheit verbunden sind, und einen Typ einer verteilten Fern-E/A-Einheit, die einer jeweiligen Einheitennummer entspricht, in einem Speicher in

dem Grundsystem der Steuereinheit gespeichert sind und daß dann, wenn Statusdaten, die in einem von einer verteilten Fern-E/A-Einheit nach dem Start des Systembetriebs übertragenen Übertragungsrahmen enthalten sind, von den in dem Speicher gespeicherten Daten verschieden sind, ein Alarm ausgegeben wird.

9. Steuerverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß nur dann, wenn ein Übertragungsrahmen von dem Grundsystem der Steuereinheit enthaltenes Headermuster einer ist, das einen Schalter zum Setzen einer Einheitennummer von jeder verteilten Fern-E/A-Einheit entspricht, die verteilte Fern-E/A-Einheit den Übertragungsrahmen als für sich selbst bestimmt erkennt und nach Beendigung des Empfangs dieses Rahmens mit der Übertragung des Übertragungsrahmens zu dem Grundsystem der Steuereinheit nach Ablauf einer bestimmten Zeitdauer beginnt, die von einem Hardware-Zeitgeber gezählt wird.

10. Steuerverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die verteilte Fern-E/A-Einheit eine Rahmenübertragung zu dem Grundsystem der Steuereinheit ausführt, nachdem sie die Beendigung des Empfangs eines Rahmens von dem Grundsystem der Steuereinheit zu der verteilten Fern-E/A-Einheit übertragenen Rahmen detektiert hat, und eine Rahmenübertragung zu dem Grundsystem der Steuereinheit für den Fall, daß sie die Beendigung des Empfangs eines Übertragungsrahmens nicht detektiert, nicht ausführt.

11. Steuerverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet,

daß die verteilte Fern-E/A-Einheit ohne Fehlerüberwachung in bezug auf das Übertragen/Empfangen von Übertragungsrahmen vornimmt, wenn ein Rahmen von dem Grundsystem der Steuereinheit empfangen wird,

daß sie bei Detektieren eines Fehlers ein Headermuster eines Übertragungsrahmens zu dem Grundsystem der Steuereinheit umschaltet und überträgt, ohne ein Ausgangssignal der verteilten Fern-E/A-Einheit zu aktualisieren,

daß ein Fehler aus einem Headermuster eines Übertragungsrahmens detektiert und erkannt, daß ein Fehler in einer Rahmenübertragung von dem Grundsystem der Steuereinheit zu der verteilten Fern-E/A-Einheit aufgetreten ist.

12. Steuerverfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß für den Fall, daß die Anzahl von Malen, in denen ein Headermuster eines Übertragungsrahmens von der verteilten Fern-E/A-Einheit einen Fehler eines Übertragungsrahmens von dem Grundsystem der Steuereinheit bezeichnet, einen vorgegebenen Wert überschreitet, erkannt wird, daß eine Systemstörung aufgetreten ist, und der Systembetrieb angehalten wird.

13. Steuerverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet,

daß ein Übertragungsdatenregister zum Speichern von zu einer verteilten Fern-E/A-Einheit übertragenen Daten und ein Empfangsdatenregister zum Speichern von Empfangsdaten von einer verteilten Fern-E/A-Einheit in einer Kommunikationssteuereinrichtung des Grundsystems der Steuereinheit verwendet werden



E/A-Einheit zusätzlich eine MPU verwendet und daß das Auslesen von Daten, die von dem Grundsystem der Steuereinheit übertragen werden, und das Einschreiben von zu dem Grundsystem der Steuereinheit zu übertragenden Daten von der MPU ausgeführt wird.

32. Steuerverfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß die verteilte Fern-E/A-Einheit die Eingabe/Ausgabe einer Analogspannung ermöglicht und daß Digitaldaten zur Ausgabe einer Analogspannung oder Eingabe einer Analogspannung einmal in jedem Zyklus zwischen dem Grundsystem der Steuereinheit und der verteilten Fern-E/A-Einheit bewegt werden.

33. Steuerverfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß ein Ausgabeteil einer verteilten Fern-E/A-Einheit mit einem Eingabeteil einer anderen verteilten Fern-E/A-Einheit verbunden wird, daß Ausgabedaten für das Grundsystem der Steuereinheit zur Ausgabe von jeder verteilten Fern-E/A-Einheit so vorgegeben sind, daß verschiedene Datenarten zu jeder verteilten Fern-E/A-Einheit ausgegeben werden, und daß das Grundsystem der Steuereinheit überprüft, ob die in jede verteilte Fern-E/A-Einheit eingegebenen Daten mit einem E/A-Verbindungsstatus übereinstimmen, der vorher in jeder verteilten Fern-E/A-Einheit gesetzt worden ist.

34. Steuerverfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 33, dadurch gekennzeichnet, daß in einem On-line-Kommunikationsmodus in Übereinstimmung mit einem Typ einer verteilten Fern-E/A-Einheit, der durch Bezugnahme auf Daten an einem Schalter an dieser Einheit identifiziert wird, das Grundsystem der Steuereinheit Übertragungsdaten, bestehend aus einem Headermuster mit einer Einheitennummer der verteilten Fern-E/A-Einheit, Befehlen und Parametern, zyklisch überträgt, und daß nur dann, wenn ein Übertragungsrahmen ein Headermuster entsprechend einem Settschalter zum Setzen einer Stationsnummer, jeder verteilten Fern-E/A-Einheit enthält, jede verteilte Fern-E/A-Einheit den Übertragungsrahmen als für sich bestimmt erkennt und Befehlsdaten und Parameter in den übertragenen Daten mit Hardware verarbeitet.

35. Steuerverfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 34, dadurch gekennzeichnet, daß das Grundsystem der Steuereinheit ein Headermuster, das eine Einheitennummer einer Displayeinheit, einen Anzeigebefehl und Anzeigedaten aufweist, zyklisch zu einer verteilten Fern-E/A-Einheit überträgt und daß diese Daten auf einer Displayeinheit angezeigt werden, die mit der verteilten Fern-E/A-Einheit verbunden ist.

36. Steuerverfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 35, dadurch gekennzeichnet, daß die Digitaldaten in einem Synchronisiercodierer und einem manuellen Impulsgenerator, die jeweils über eine verteilte Fern-E/A-Einheit mit dem Grundsystem der Steuereinheit verbunden sind, auslesen werden können, daß ein Headermuster der verteilten Fern-E/A-Einheit und ein Befehl zum Speichern und Auslesen

eines Impulszählwerts von dem Grundsystem der Steuereinheit zyklisch zu einer Hardwareanschaltung in einer verteilten Fern-E/A-Einheit übertragen werden, die einen Impulzzähler zum Zählen einer Anzahl von Impulsen in einer Impulsanordnung hat, die von dem Synchronisiercodierer und dem manuellen Impulsgenerator abgelesen wird, und daß die Impulzzählwerte für den Synchronisiercodierer und den manuellen Impulsgenerator zu dem Grundsystem der Steuereinheit übertragen werden.

37. Steuerverfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 36, dadurch gekennzeichnet, daß ein Befehlsteil mit einem Headermuster sowie einen Sequenznummer, der sich zyklisch ändert, und einen Parameter aufweisen, von dem Grundsystem der Steuereinheit zu der verteilten Fern-E/A-Einheit mit einer MPU übertragen werden, daß die verteilte Fern-E/A-Einheit einen Befehlsteil von Empfangsdaten interpretiert und Daten in dem Parameter nach Maßgabe einer Sequenznummer ordnet, und daß die Daten von dem Grundsystem der Steuereinheit zu der verteilten Fern-E/A-Einheit überführt werden.

38. Steuerverfahren nach Anspruch 37, dadurch gekennzeichnet, daß die verteilte Fern-E/A-Einheit mit der MPU empfängene Befehle und die Sequenznummer dem Befehlsteil zugeordnet werden, so daß das Grundsystem der Steuereinheit erkennen kann, welchem Befehl die Empfangsdaten als Antwort entsprechen, und daß Daten in dem Parameter nach Maßgabe der Sequenznummer geordnet werden, so daß die verteilte Fern-E/A-Einheit die Datenübertragung sequentiell zu dem Grundsystem der Steuereinheit ausführen kann.

Hierzu 35 Seite(n) Zeichnungen

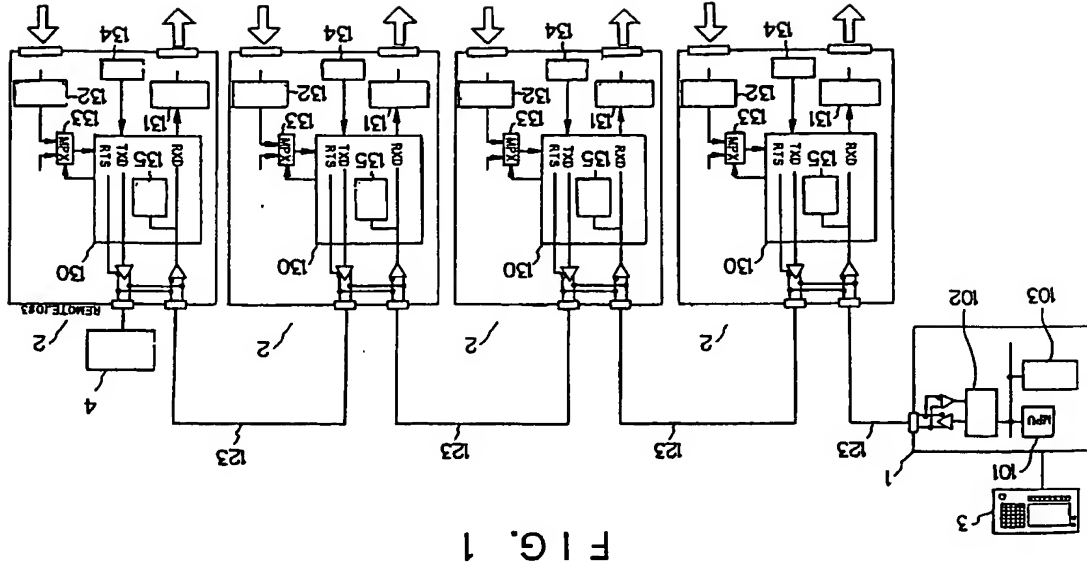


FIG. 1



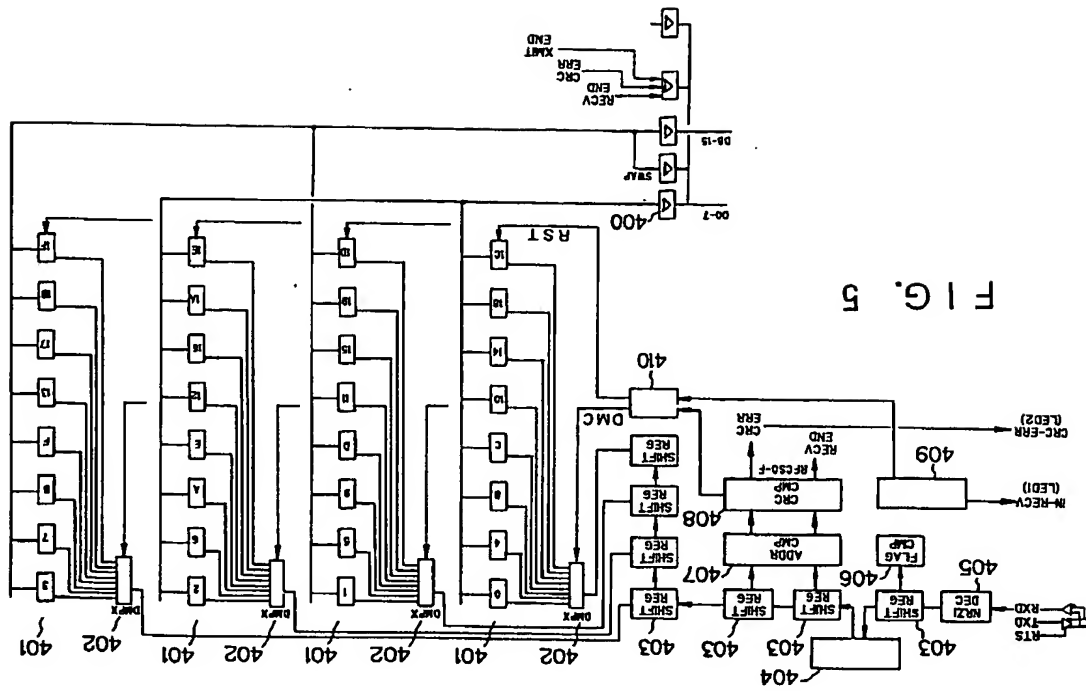
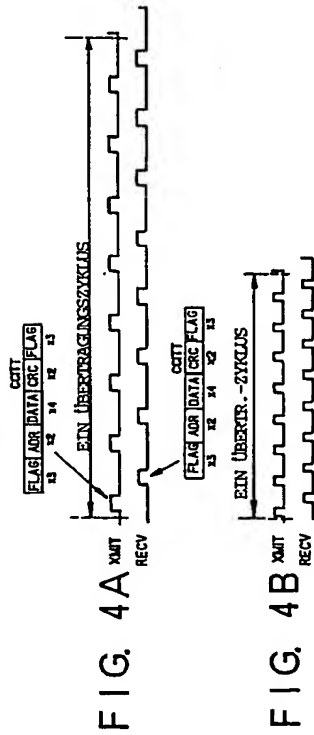
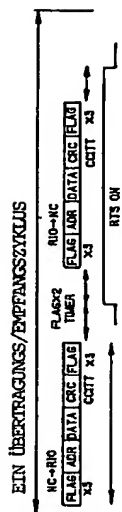
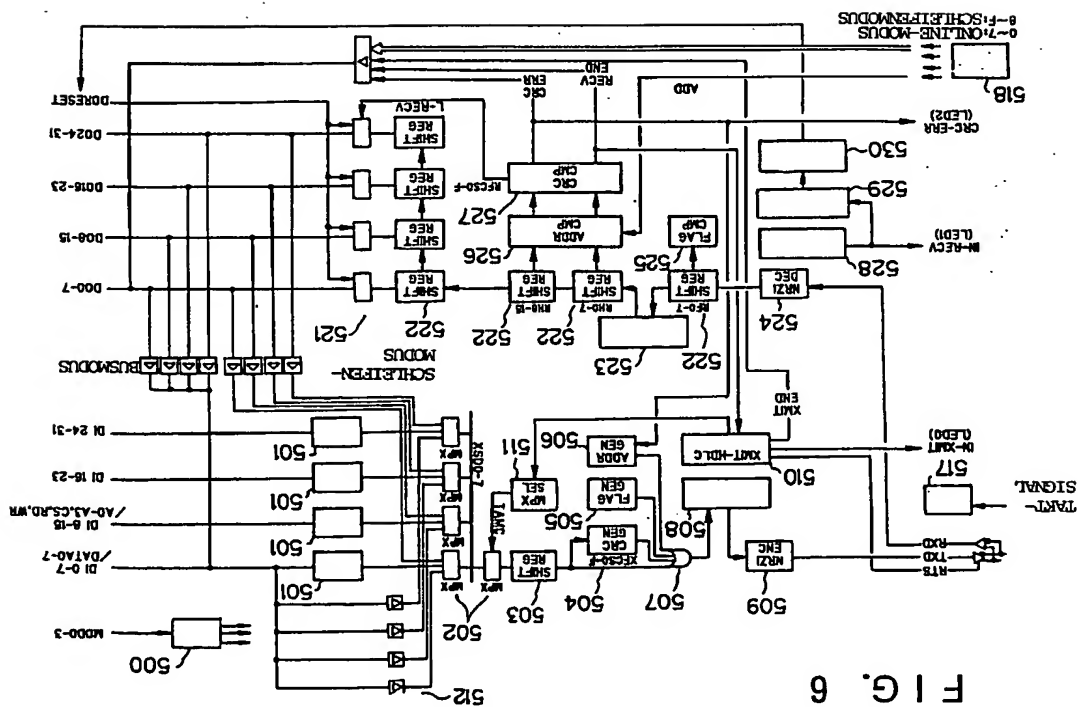
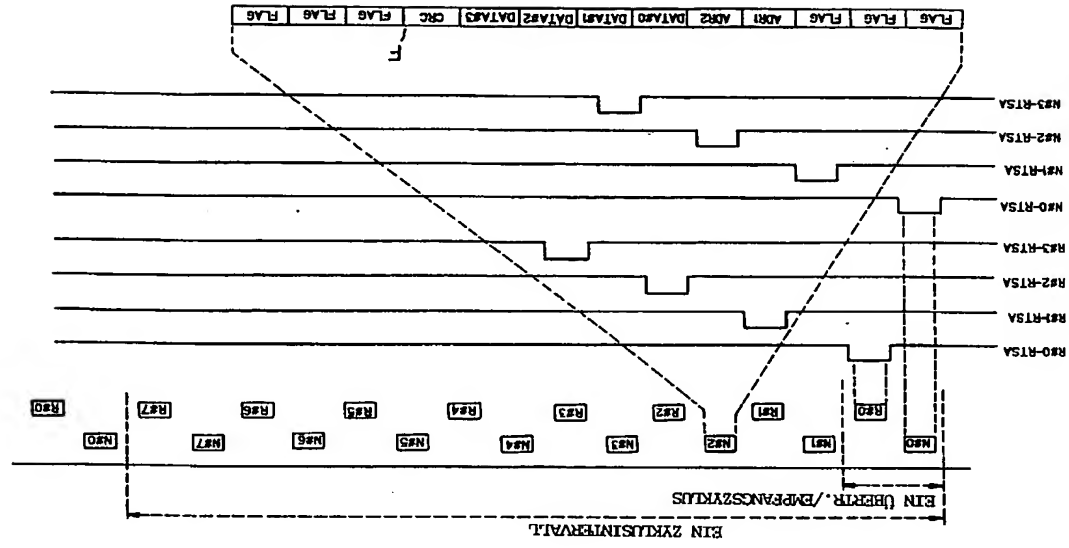


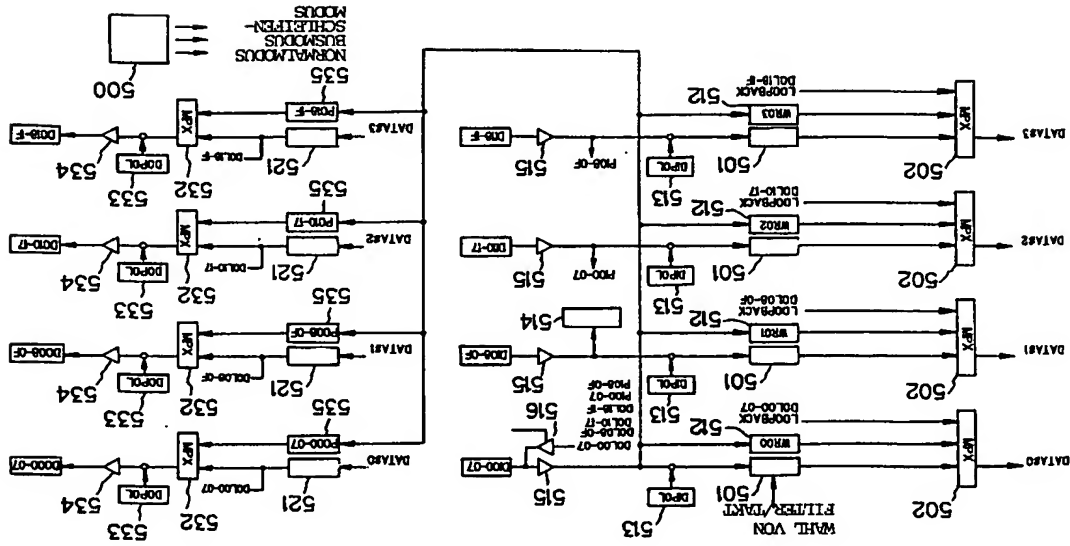
FIG. 5

FIG. 7





F I G. 9



F I G. 8



FIG. 12A

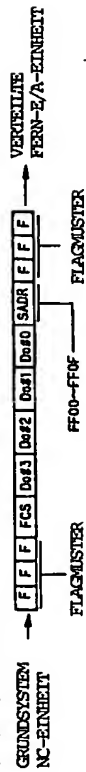


FIG. 12B

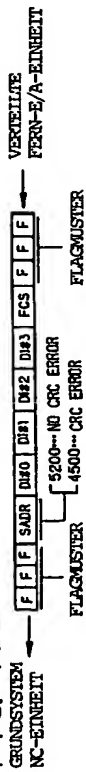


FIG. 12C

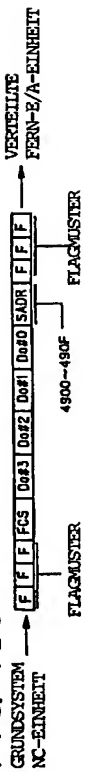


FIG. 12D

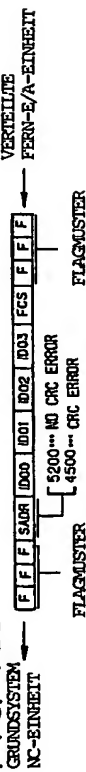


FIG. 12E

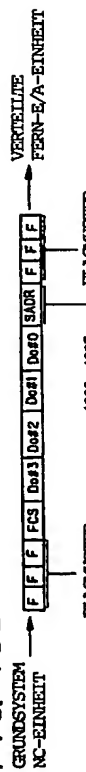


FIG. 12F

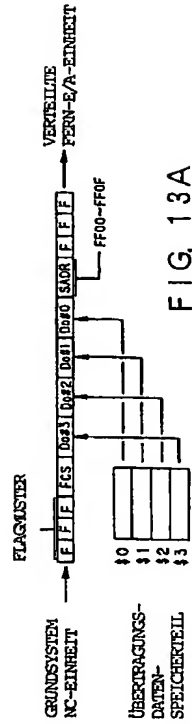
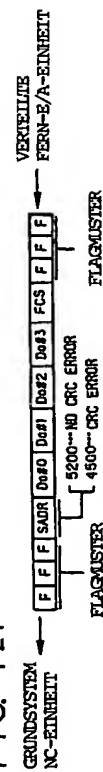


FIG. 13A

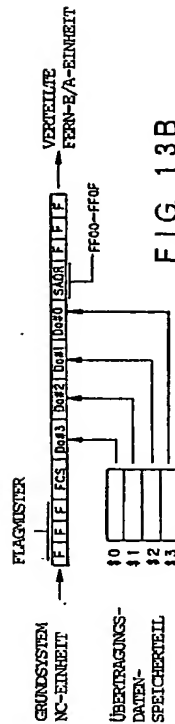


FIG. 13B

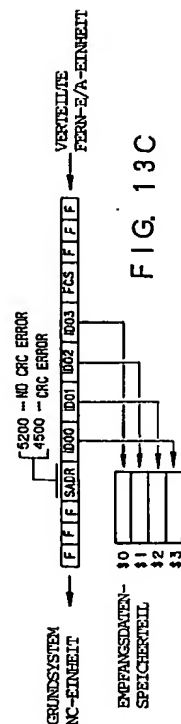


FIG. 13C

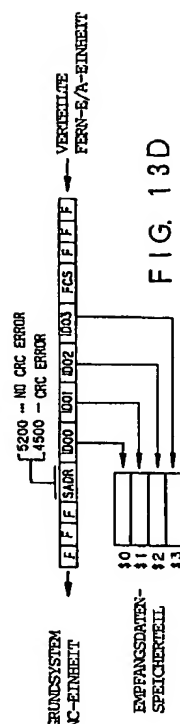


FIG. 13D

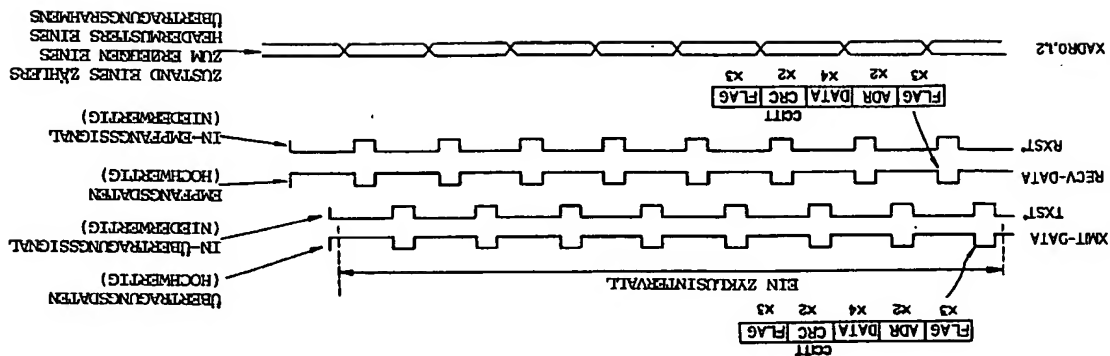


FIG. 14

FIG. 15

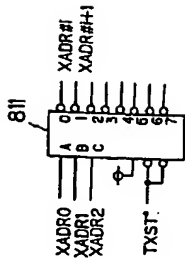
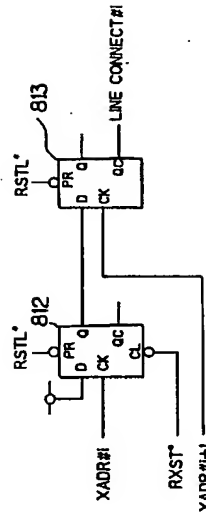


FIG. 16



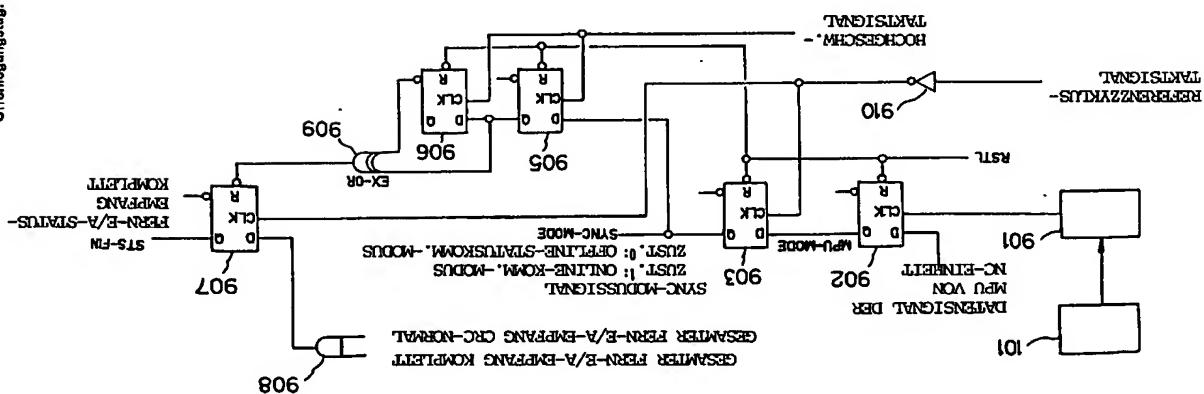


FIG. 17

602 049/574

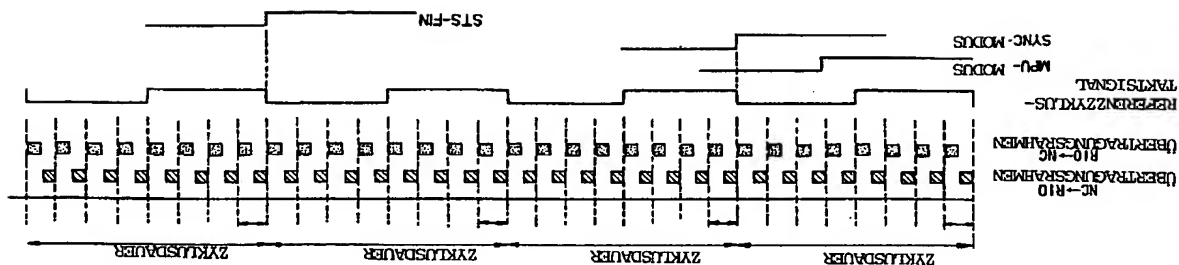
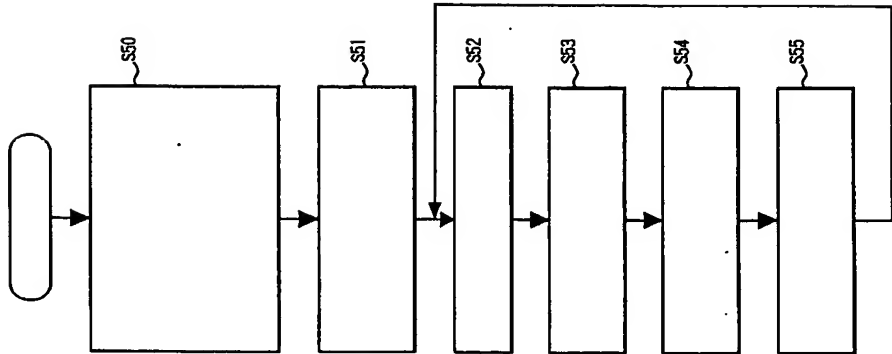


FIG. 18

602 049/574

FIG. 19



Legende für Fig. 19:

SYSTEM IST GESTARTET

- S50 KOMMUNIKATIONSSTEUERTEILE IM GRUNDSYSTEM DER NC-EINHEIT UND IN DER VERTEILTEN FERN-E/A-EINHEIT FÜHREN AUTOMATISCH DIE OFF-LINE-STATUSKOMMUNIKATION AUS UND SPEICHERN STATUSDATEN IN DEM KOMMUNIKATIONSSTEUERTEIL IM GRUNDSYSTEM DER NC-EINHEIT
- S51 VERBINDUNGSZUSTAND DER VERTEILTEN FERN-E/A-EINHEIT ANALYSIEREN UND RESULTAT AUF DISPLAY ANZEIGEN
- S52 ON-LINE-ÜBERTRAGUNGSRAHMEN ERZEUGEN
- S53 DEN ON-LINE-ÜBERTRAGUNGSRAHMEN ZU JEDER VERTEILTEN FERN-E/A-EINHEIT ÜBERTRAGEN
- S54 DEN ON-LINE-EMPFANGSRAHMEN VON JEDER VERTEILTEN FERN-E/A-EINHEIT EMPFANGEN
- S55 EMPFANGSZUSTAND (EMPFANG KOMPLETT, EMPFANGSFEHLER) UND EMPFANGENE DATEN ANALYSIEREN

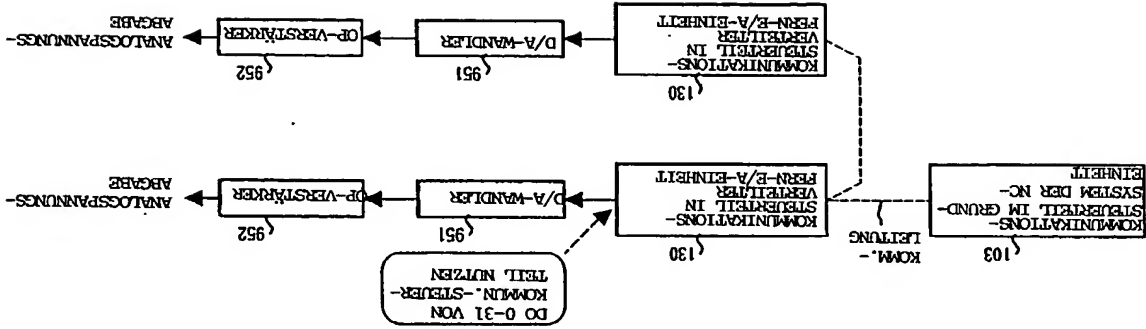
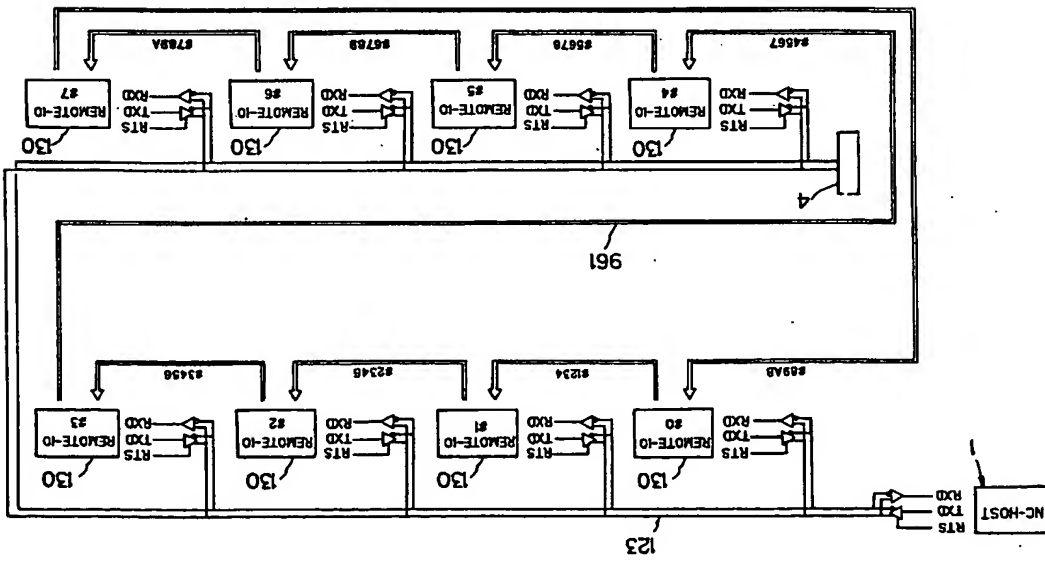


FIG. 21



FIG. 24A

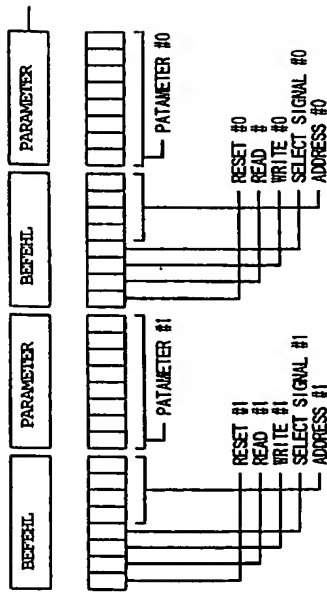


FIG. 24B

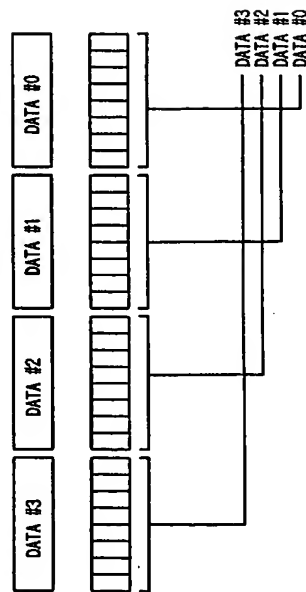


FIG. 25A

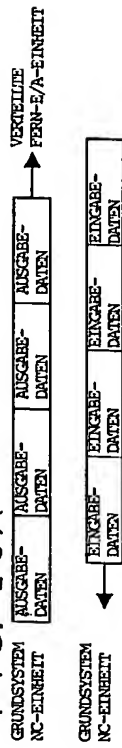


FIG. 25B

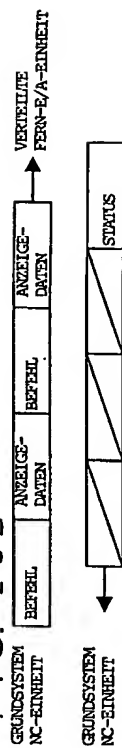


FIG. 25C

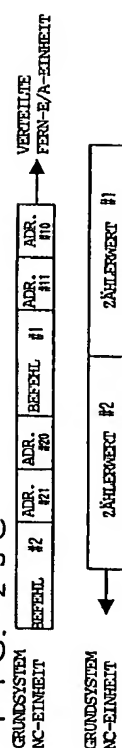


FIG. 25D

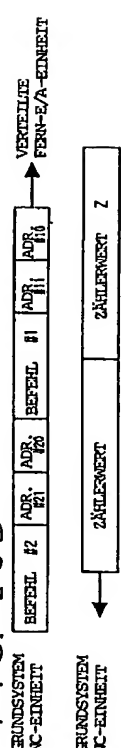


FIG. 25E

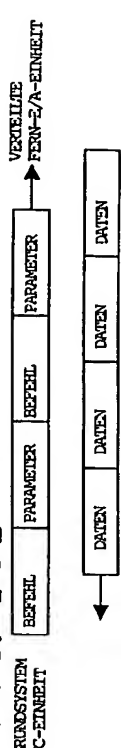


FIG. 25F

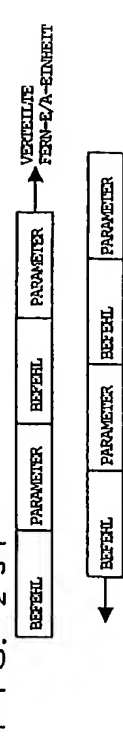
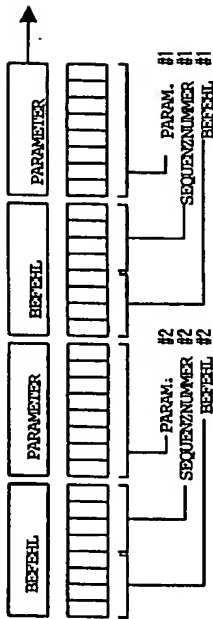
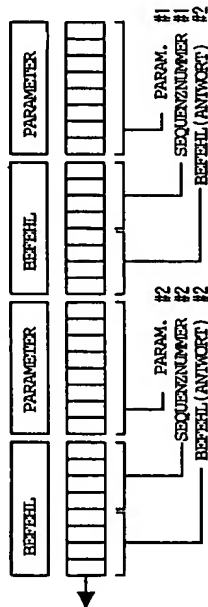


FIG. 26A

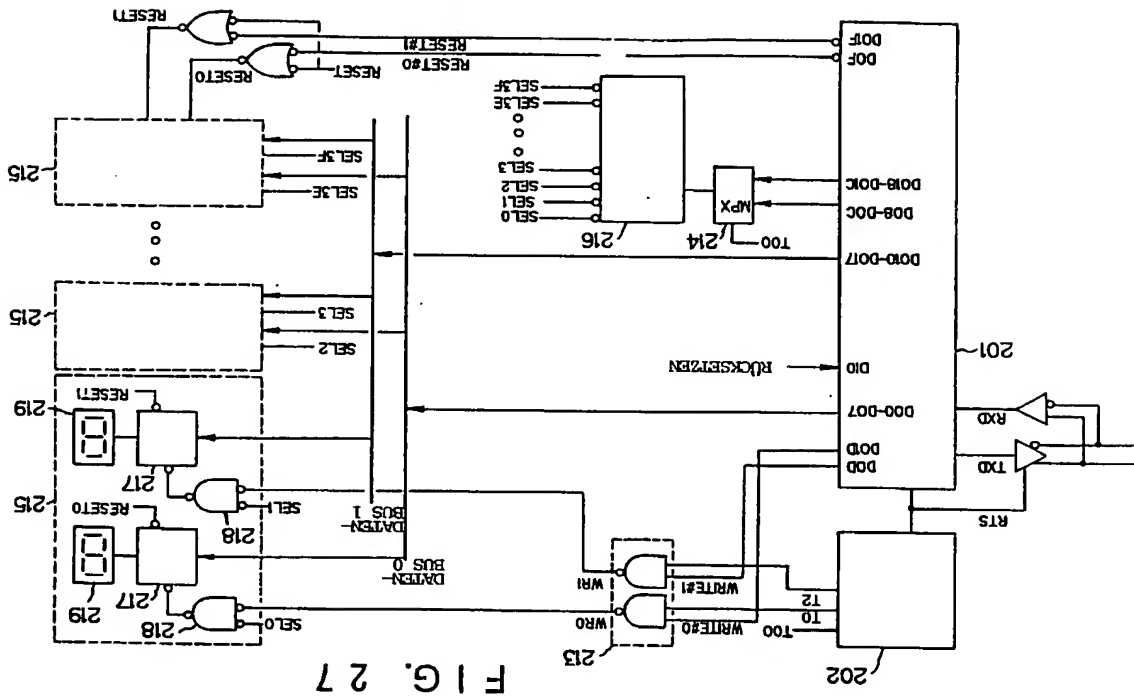


BEFEHL	INHALT	PARAMETER #1	PARAMETER #2
0	RÜCKSETZEN	—	—
1	HEADERADRESSE WÄHLEN	HEADERADRESSE (NIEDRIG)	HEADERADRESSE (HOCH)
2	AUSLESEN	—	—
4	EINSCHREIBEN	DATEN #1	DATEN #2
F	BEFEHL KEINE OPERATION	—	—

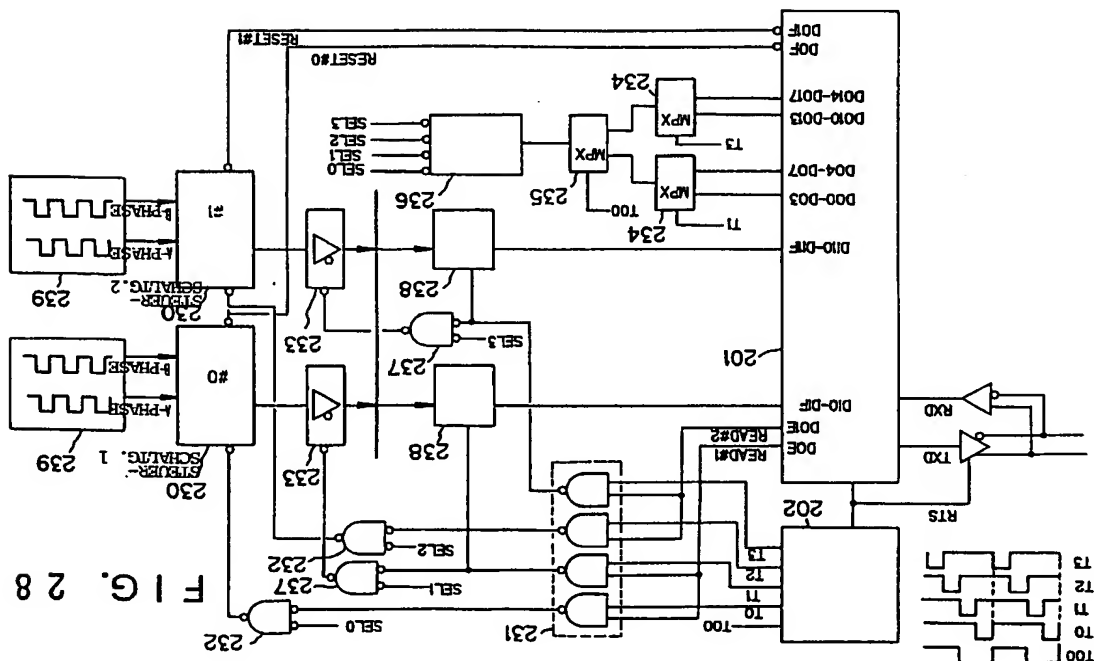
FIG. 26B



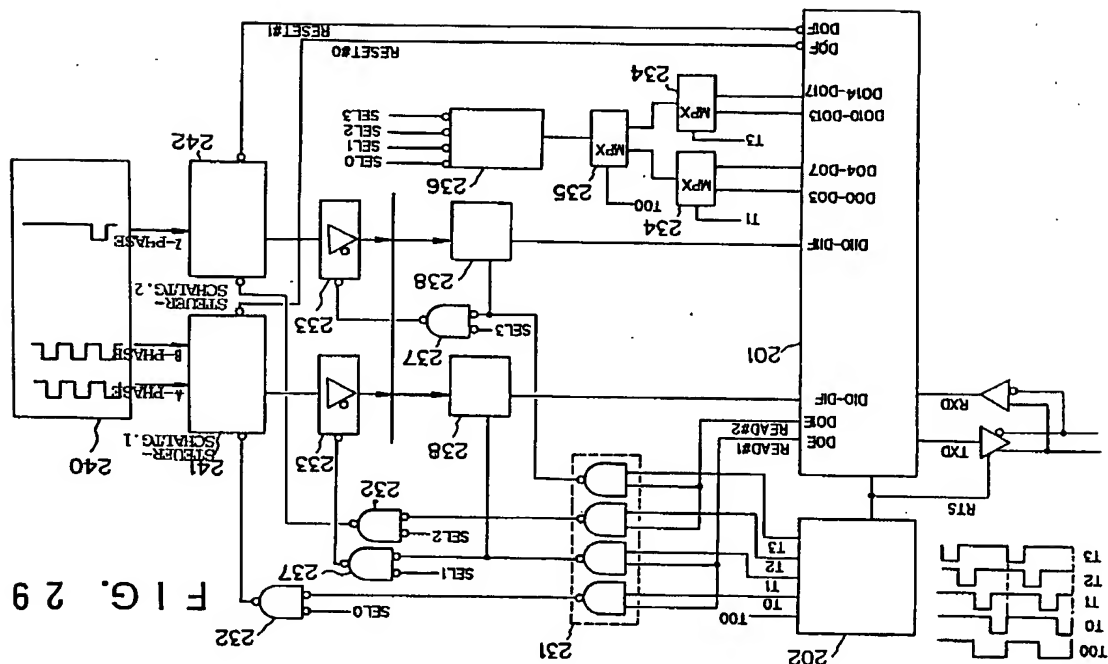
BEFEHL	INHALT	PARAMETER #1	PARAMETER #2
0	RÜCKSETZEN	FEHLERSTATUS	FEHLERSTATUS
1	HEADERADRESSE WÄHLEN	FEHLERSTATUS	FEHLERSTATUS
2	AUSLESEN	DATEN #1	DATEN #2
4	EINSCHREIBEN	FEHLERSTATUS	FEHLERSTATUS
F	BEFEHL KEINE OPERATION	—	—

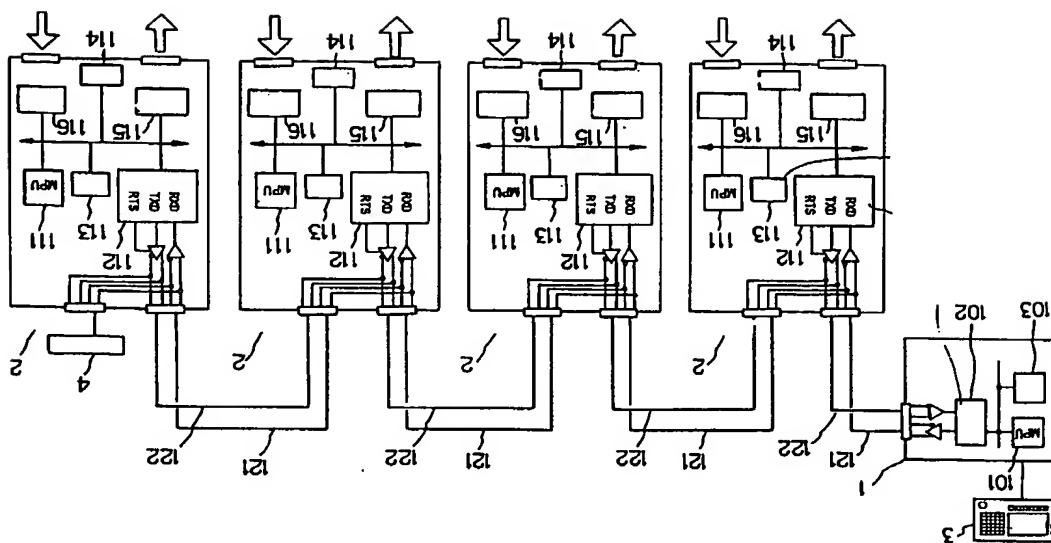
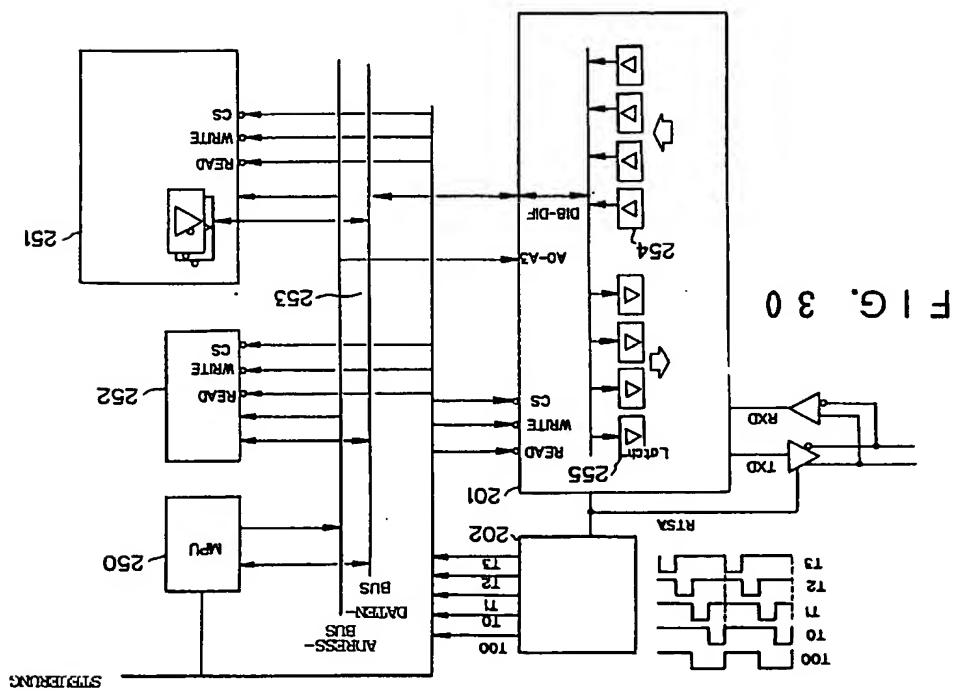


8 7



6 2





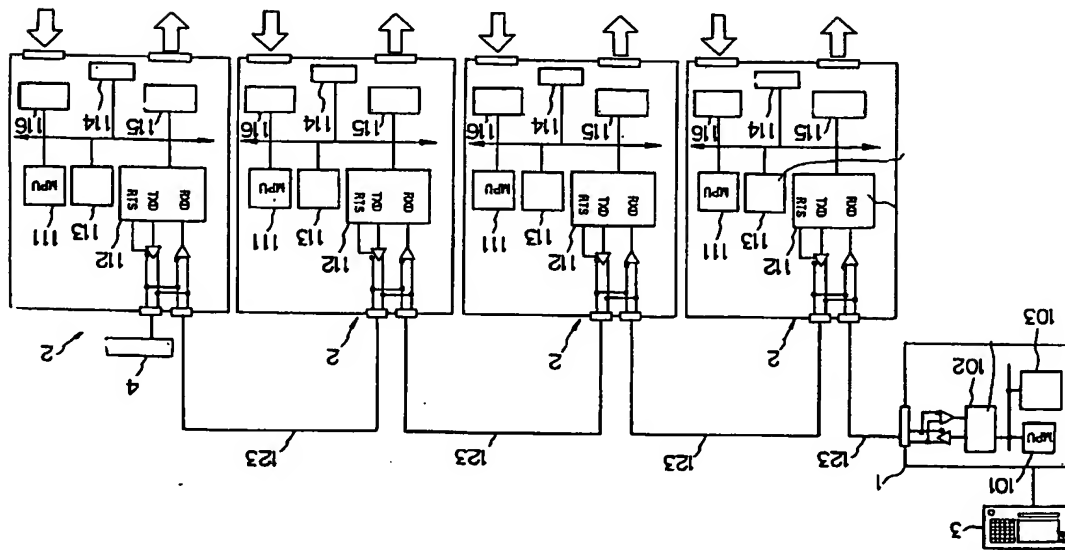


FIG. 32

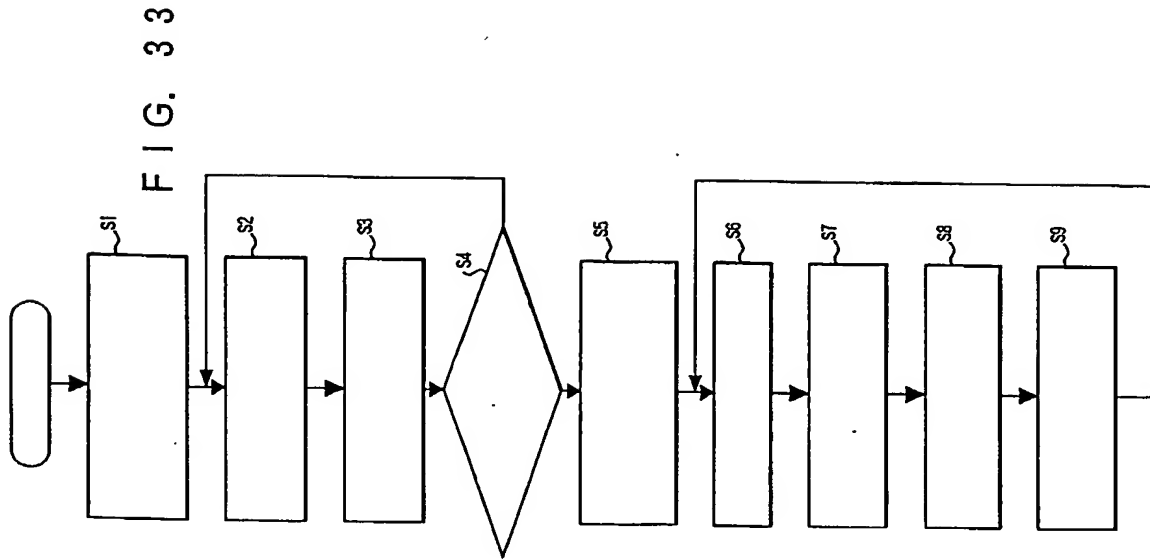


FIG. 33

Legende für Fig. 33:

- SYSTEM IST GESTARTET
- S1 MPU ERZEUGT EINEN ÜBERTRAGUNGSRAHMEN ZUR STATUSABFRAGE AN JEDE VERTEILTE FERN-E/A-EINHEIT
- S2 STATUSABFRAGERAHMEN AN JEDE VERTEILTE FERN-E/A-EINHEIT SENDEN
- S3 EINEN RAHMEN EINSCHLIESSLICH STATUSDATEN VON JEDER VERTEILTEN FERN-E/A-EINHEIT ÜBERTRAGEN
- S4 SIND DIE STATUSDATENRAHMEN VON SÄMTLICHEN VERTEILTEN FERN-E/A-EINHEITEN EMPFANGEN WORDEN?  
NO = NEIN  
YES = JA
- S5 VERBINDUNGSZUSTAND JEDER VERTEILTEN FERN-E/A-EINHEIT ANALYSIEREN UND ANALYSERESULTAT AUF DISPLAYEINHEIT ANZEIGEN
- S6 ON-LINE-ÜBERTRAGUNGSRAHMEN ERZEUGEN
- S7 DEN ON-LINE-ÜBERTRAGUNGSRAHMEN ZU JEDER VERTEILTEN FERN-E/A-EINHEIT ÜBERTRAGEN
- S8 DEN ON-LINE-EMPFANGSRAHMEN VON JEDER VERTEILTEN FERN-E/A-EINHEIT EMPFANGEN
- S9 EMPFANGSZUSTAND (EMPFANG KOMPLETT, EMPFANGSFEHLER) UND EMPFANGENE DATEN ANALYSIEREN

FIG. 34

